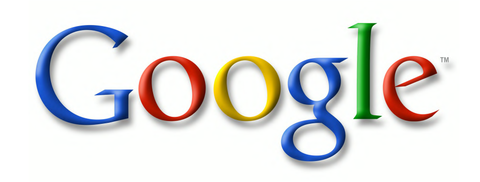



NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06907326 4

[redacted]

3—



ŒUVRES COMPLÈTES

DE

FRANÇOIS ARAGO

TOME QUATRIÈME



ŒUVRES COMPLÈTES

DE

FRANÇOIS ARAGO

SECRÉTAIRE PERPÉTUEL

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉES

D'APRÈS SON ORDRE SOUS LA DIRECTION

DE

M. J.-A. BARRAL

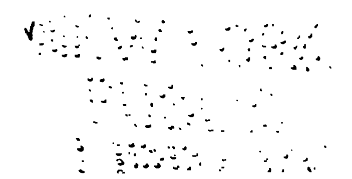
Ancien Élève de l'École Polytechnique, ancien Répétiteur
dans cet Établissement.

TOME QUATRIÈME

PARIS
GIDE ET J. BAUDRY, ÉDITEURS
5 Rue Bonaparte

LEIPZIG
T. O. WEIGEL, ÉDITEUR
Königs-Strasse

1854



NOTICES SCIENTIFIQUES

TOME PREMIER



ŒUVRES

DE

FRANÇOIS ARAGO

SECRÉTAIRE PERPÉTUEL

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉES

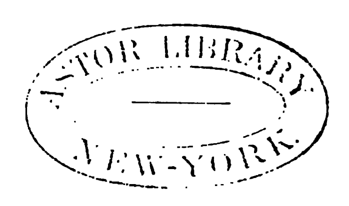
D'APRÈS SON ORDRE SOUS LA DIRECTION

DE

M. J.-A. BARRAL

NOTICES SCIENTIFIQUES

TOME PREMIER



PARIS
GIDE ET J. BAUDRY, ÉDITEURS
5 Rue Bonaparte

LEIPZIG
T. O. WEIGEL, ÉDITEUR
Königs-Strasse

1854

AVERTISSEMENT

DES ÉDITEURS

Une réclamation portée devant l'Académie des Sciences à propos d'une mention faite sur le titre des OEuvres d'Arago, la publicité que cette réclamation a acquise par son insertion dans les Comptes-rendus, nous imposent le devoir d'expliquer pourquoi nous avons ainsi rédigé ce titre, et pourquoi nous le maintenons.

Dans les dernières années de sa vie, Arago consacrait tout son temps à préparer la publication de ses OEuvres. Lorsqu'il sentit ses forces affaiblies par les progrès de la cruelle maladie à laquelle il a succombé, il se vit contraint de s'adjoindre un collaborateur. Il lui fallait un savant qui, par ses connaissances générales en mathématiques, en météorologie, en optique et en physique terrestre, fût capable de

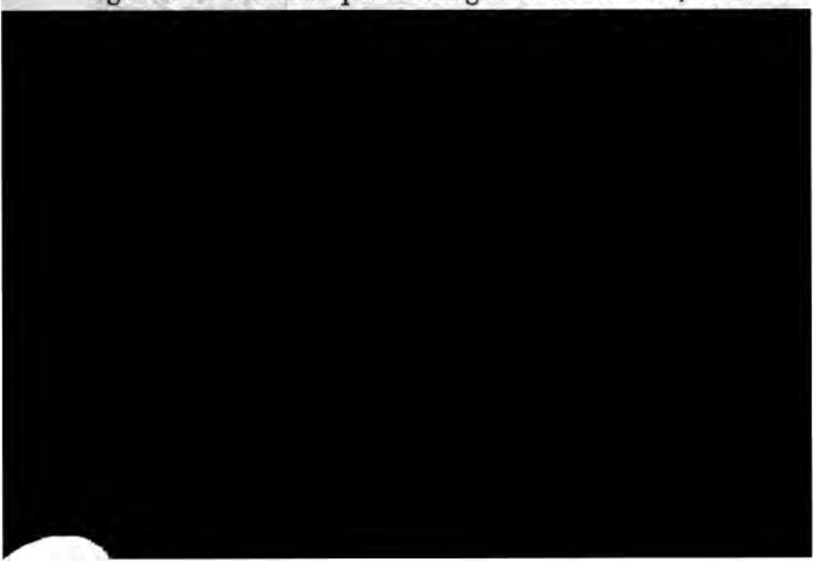
l'aider dans ce travail difficile. Il fit choix de M. Barral, son élève et son ami.

Dans de nombreuses et longues conférences, tant à l'Observatoire que chez lui, M. Barral reçut de M. Arago toutes les instructions nécessaires pour la coordination des innombrables matériaux, soit manuscrits, soit imprimés et disséminés dans différents recueils scientifiques, qui devaient composer les OEuvres complètes.

Ces faits, connus d'un grand nombre de personnes, sont attestés par M. Alfred Arago, fils de l'illustre savant.

A la mort d'Arago, M. Barral restait donc le seul dépositaire de ses instructions complètes; aussi est-ce à lui que MM. Emmanuel et Alfred Arago confièrent le soin de publier les OEuvres de leur père, accomplissant ainsi religieusement ce qu'ils savaient être ses intentions.

Nous qui avons pu apprécier le zèle pieux avec lequel M. Barral remplit son honorable mission, et combien il est digne de la confiance que M. Arago avait eue en lui, nous ne



ciera, avait-il déterminé M. Barral à renoncer à la mission qu'il avait acceptée avec tant de désintéressement; mais il a dû céder devant la lettre suivante, écrite par ceux qui seuls avaient des droits au noble héritage de François Arago.

A MONSIEUR BARRAL

Paris, le 30 mars 1854.

« Cher ami,

« Nous venons vous prier de reprendre et de continuer la publication des Œuvres complètes de notre père. Certains que nous sommes de la piété et du dévouement que vous avez pour sa mémoire, nous avons en vous toute confiance, et nous vous donnons tout pouvoir.

« Vos amis dévoués,

« EMMANUEL ARAGO. — ALFRED ARAGO. »

Ces débats, et aussi les difficultés que nous avons eu à surmonter pour entrer en possession des nombreux registres d'observation qui sont les éléments des Notices sur le magnétisme terrestre et les aurores boréales, le temps exigé par les calculs pour la détermination des moyennes, sont la cause du retard qu'a éprouvé la mise en vente de ce volume. Ces registres, conservés si longtemps par des personnes qui, ne connaissant pas les intentions d'Arago, les croyaient inutiles à la publication, sont aujourd'hui déposés à la Bibliothèque de l'Institut avec les calculs de M. Thoman, chargé par M. Barral de la réduction des observations. Chacun pourra les examiner et en reconnaître toute la valeur scientifique. L'insistance que nous avons mise à les obtenir

démontre que nous n'avons voulu rien omettre dans les *Œuvres complètes* d'Arago ; elle aura prouvé, nous osons l'espérer, que les mains dans lesquelles les fils d'Arago ont cru devoir déposer les œuvres de leur père étaient dignes de cette marque honorable de confiance.

Le volume que nous publions aujourd'hui renferme, outre l'admirable Notice sur le tonnerre, dernière œuvre retouchée par Arago, les Notices qui contiennent la démonstration de plusieurs des découvertes qui rendent son nom immortel : l'action exercée par le courant électrique sur la limaille de fer, le magnétisme de tous les corps, les variations diurnes de l'inclinaison et de l'intensité du magnétisme terrestre, l'influence des aurores boréales sur l'aiguille aimantée.



NOTICES SCIENTIFIQUES

LE TONNERRE.[1]

J'ai été souvent consulté, au sujet des paratonnerres, par des architectes chargés de la conservation des monuments publics ; par des officiers du corps auquel revient, de droit, la construction des magasins à poudre ; par des commandants des navires de l'État et du commerce ; par un grand nombre de citoyens de toutes les classes de la société. Il me sera donc permis d'affirmer qu'en général les physiciens de profession ont seuls une idée exacte des propriétés préservatrices de ces appareils. Si l'on demande, si l'on établit des paratonnerres, c'est par une pure déférence pour les décisions des Académies. Chacun veut mettre ainsi sa responsabilité à couvert sous l'égide de la science ; mais une conviction entière de l'efficacité de la méthode, vous ne la trouverez nulle part. Les uns ne vont pas au delà du doute : ils attendent, pour se prononcer, qu'au lieu de simples analogies on leur présente de véritables démonstrations. D'autres, comparant l'im-

1. Œuvre posthume.

nombre de physiciens ses successeurs et ses émules, et, surtout, par les commissions académiques, justement célèbres, qui à diverses époques, à Londres comme à Paris, furent officiellement appelées à éclairer l'autorité sur le placement des paratonnerres. Bien loin de me rallier à cette opinion, les laborieuses recherches auxquelles je me suis livré m'en ont éloigné chaque jour davantage. La question était si peu épuisée, qu'après tant de soins, la seule prétention qui me soit permise, c'est d'avoir esquissé une sorte de canevas de l'histoire de la foudre, où viendront successivement se ranger, à leurs places naturelles, les faits dont la météorologie s'enrichira encore. Malgré tant d'observations oubliées ou inaperçues qu'il m'a été donné de remettre en lumière et de grouper dans un ordre systématique, c'est surtout par les lacunes qui se sont offertes à moi, et dont je n'ai pas cru devoir faire mystère, que cette Notice pourra être utile. Puisse-t-elle engager les voyageurs, les météorologistes, à considérer encore le redoutable météore de la foudre comme un riche sujet [redacted]



l'Académie française a consignées dans son nouveau Dictionnaire.

« Foudre. Le feu du ciel, la matière électrique lors- « qu'elle s'échappe de la nue en produisant une vive « lumière et une violente détonation. »

« Tonnerre. Bruit éclatant causé par l'explosion des « nuées électriques. »

Ce n'est pas qu'en y regardant de très-près, des esprits difficiles ne pussent trouver quelque chose à reprendre dans ce peu de lignes. En poussant les scrupules à l'extrême, ils auraient le droit de se demander si le mot savant, si le mot technique, si le mot moderne d'*électricité* est bien placé dans la définition d'un phénomène aussi ancien que le monde, et qui avait donné lieu à tant d'événements funestes, avant que la physique fût saisie des premiers linéaments de la science *électrique*. Ce n'est pas qu'on ne pût aussi critiquer ce qu'il y a de problématique, de théorique dans les deux définitions; par exemple, les mots : *explosion des nuées*, car ils ne se rattachent, en aucune manière, aux huit ou dix hypothèses à l'aide desquelles on a tenté d'expliquer le roulement du tonnerre; mais que résulterait-il de ces réflexions? la conséquence, peut-être, que dans le cas actuel les honorables auteurs du Dictionnaire ont été moins heureux, moins bien inspirés que d'habitude? Eh bien, il resterait à prouver qu'on pouvait faire mieux. Disons, si l'on veut : la foudre est un phénomène ou un météore qui se manifeste, quand le ciel est couvert de certains nuages, d'abord *par un jet subit de lumière* et, quelque temps après, *par un bruit plus ou moins prolongé.* Cette définition échapperait à la plupart

des critiques précédentes, puisqu'elle ne renferme rien d'hypothétique, rien d'emprunté aux expériences modernes des physiciens, rien qui ne soit le résultat d'une observation immédiate; en y songeant bien, on trouverait peut-être d'autres difficultés. Au surplus, ce qui nous importe particulièrement ici, c'est de remarquer que *tonnerre,* dont la signification directe est *bruit, éclat, roulement,* se prend si souvent pour *foudre,* comme dans les locutions : *le tonnerre est tombé, frappé du tonnerre, feu du tonnerre,* etc., qu'on est arrivé à employer les deux expressions indistinctement, même dans des cas où il peut en résulter des méprises, ou du moins un manque de netteté. Les bons écrivains ne font pas cette faute, témoin la phrase, si souvent citée, d'un de nos plus grands prosateurs : « Le ciel a plus de tonnerres pour épouvanter qu'il n'a de foudres pour punir. »

CHAPITRE II.

CARACTÈRES EXTÉRIEURS DES NUAGES ORAGEUX.

Dans le langage vulgaire, les nuages sont une sorte de symbole de la mobilité et du vague dans les formes. *Changeant comme les nuages* est une expression proverbiale. Cependant nous allons rechercher, avec les météorologistes, si les nuages au sein desquels la foudre naît et s'élabore, où elle se manifeste par d'éblouissants jets de lumière et des détonations plus fortes que celles de l'artillerie, ne se distingueraient pas des nuages ordinaires, par quelques traits particuliers, constants et faciles à saisir.

Au nombre de ces traits distinctifs, je citerai, en première ligne, une sorte de fermentation à laquelle les nuages orageux paraissent seuls sujets. Un physicien anglais, M. Forster, compare cette fermentation au mouvement qu'on remarque à la surface d'un fromage rempli de vers!

Lorsque, par un temps calme, on voit s'élever assez rapidement de quelque point de l'horizon des nuages très-denses, semblables à des masses de coton amoncelées, c'est-à-dire terminés par un grand nombre de contours curvilignes brusquement et nettement arrêtés comme le sont les sommités des montagnes domiques couvertes de neige; lorsque ces nuages se gonflent, en quelque sorte; lorsqu'ils diminuent de nombre et augmentent de grandeur; lorsque, malgré tous ces changements de forme, ils restent invariablement attachés à leur première base; lorsque ces contours, d'abord si nombreux et si distincts, se fondent peu à peu les uns dans les autres, de manière à ne plus laisser bientôt à l'ensemble que l'aspect d'un nuage unique, on peut, suivant Beccaria, annoncer avec certitude qu'un orage s'approche.

A ces premiers phénomènes succède, toujours à l'horizon, l'apparition d'un gros nuage très-sombre par l'intermédiaire duquel les premiers paraissent toucher à la terre. Sa teinte obscure se communique, de proche en proche, aux nuages élevés, et il est digne de remarque que ce soit alors leur surface générale, celle du moins qu'on aperçoit de la plaine, qui devienne de plus en plus unie. Des parties les plus hautes de cette masse unique et compacte partent, sous la forme de longs rameaux, les

nuages qui, sans s'en détacher, vont graduellement couvrir tout le ciel.

Au moment où les rameaux commencent à se former, l'atmosphère est ordinairement parsemée de petits nuages blancs bien distincts, bien circonscrits, que le célèbre physicien de Turin appelle *ascitizi*, c'est-à-dire nuages additionnels ou subordonnés. Les mouvements des ascitizi sont brusques, incertains, irréguliers. Ces nuages paraissent être sous l'influence attractive de la grande masse. Aussi vont-ils, l'un après l'autre, se réunir à elle. Les ascitizi avaient déjà été remarqués par Virgile, qui les comparait à des flocons de laine. Les taches blanches qui, çà et là, interrompent la teinte uniformément obscure d'un gros nuage orageux étaient originairement des ascitizi.

Après que, en s'étendant, le grand nuage obscur et orageux a dépassé le zénith, lorsqu'il couvre la majeure partie du ciel, l'observateur voit au-dessous beaucoup de petits ascitizi, sans qu'il puisse trop décider ni d'où ils

[redacted]

Les remarques qu'on vient de lire sont la substance de ce qu'a dit sur la matière un auteur (Beccaria) qui vivait dans une contrée (Turin) presque entièrement entourée de hautes montagnes. On saura ce qu'elles renferment de local et de général, quand on pourra les comparer à la description de la naissance, du progrès et de l'entier développement d'un orage dans un pays de plaine [1].

Personne ne doutera qu'il n'y ait quelque chose de local dans ce qui concerne la formation et le développement des nuages orageux, en lisant cette description empruntée à M. Antoine d'Abbadie, des nuages dans lesquels la foudre s'élabore souvent en Abyssinie :

« Les nuages orageux, en Éthiopie, sont toujours unis à leur surface intérieure, déchiquetés à leur surface opposée, et en général très-peu épais. Quelques-uns de ces nuages, malgré les fortes manifestations électriques dont ils étaient le foyer, n'auraient pas, dit le savant voyageur, empêché de voir les étoiles au travers. »

M. d'Abbadie croit avoir remarqué que ces nuages ont une tendance à se réunir près des pics élevés, en sorte que ces pics, imprégnés de la matière de la foudre, ont l'air d'exercer une force attractive sur les nuages.

Ajoutons, à ces différentes remarques, que les nuages orageux abandonnent souvent la direction du vent qui les

1. Saint-Lambert, dans son poëme des *Saisons*, commence la description d'un orage par ces deux vers :

On voit à l'horizon, de deux points opposés,
Des nuages monter dans les airs embrasés :

Le versificateur, en parlant des *deux points opposés* d'où certains nuages s'élèvent au début d'un orage, a-t-il décrit un phénomène local ?

pousse pour suivre des cours d'eau. M. Sturgeon dit avoir souvent observé ce phénomène au confluent de la Medway et de la Tamise.

Pour tout ce qu'il avance sur la disparition graduelle des fortes ondulations des nuages orageux, à mesure que ces nuages s'avancent de l'horizon vers le zénith, Beccaria n'a pu vouloir parler que de leur surface inférieure, la seule qui fût visible de son Observatoire de Turin. Nous ne pourrions rien dire sur l'état de la surface supérieure, s'il ne m'était venu à l'esprit de consulter les officiers d'état-major, anciens élèves de l'École polytechnique, qui, ayant parcouru récemment la chaîne des Pyrénées pour la couvrir de leurs admirables réseaux trigonométriques, avaient dû se trouver fréquemment au-dessus des orages [1].

J'ai appris, par eux, qu'alors même qu'une couche de nuages semble parfaitement unie, parfaitement de niveau sur sa face inférieure, la face opposée n'est qu'un composé de très-hautes protubérances et de profondes cavités.

M. Hossard m'a indiqué un signe précurseur des orages, dont aucun météorologiste n'avait fait, je crois, mention avant lui. Cet officier a remarqué que, durant les grandes chaleurs, il se produit tout à coup, sur plusieurs points de la couche des nuages inférieurs, des soulèvements qui se prolongent comme de longues fusées verticales, et à l'aide desquels des régions atmosphéri-

1. J'adresserai ici mes remercîments particuliers à deux de ces officiers, pleins de mérite, MM. les capitaines Peytier et Hossard, qui m'ont remis des notes également remarquables par leur exactitude et par les connaissances de physique qu'elles supposent.

ques assez distantes peuvent se trouver en communication immédiate [1].

Franklin a été plus loin, en un certain sens, que Beccaria. Suivant lui, un gros nuage unique ne saurait être orageux. Quand un observateur, dit-il, se trouve à peu près placé sur le prolongement horizontal d'un gros nuage d'où jaillissent les éclairs et le tonnerre, il aperçoit, sous celui-ci, une série d'autres nuages fort petits et situés les uns au-dessous des autres. Quelquefois les plus bas de ces petits nuages sont peu éloignés de terre.

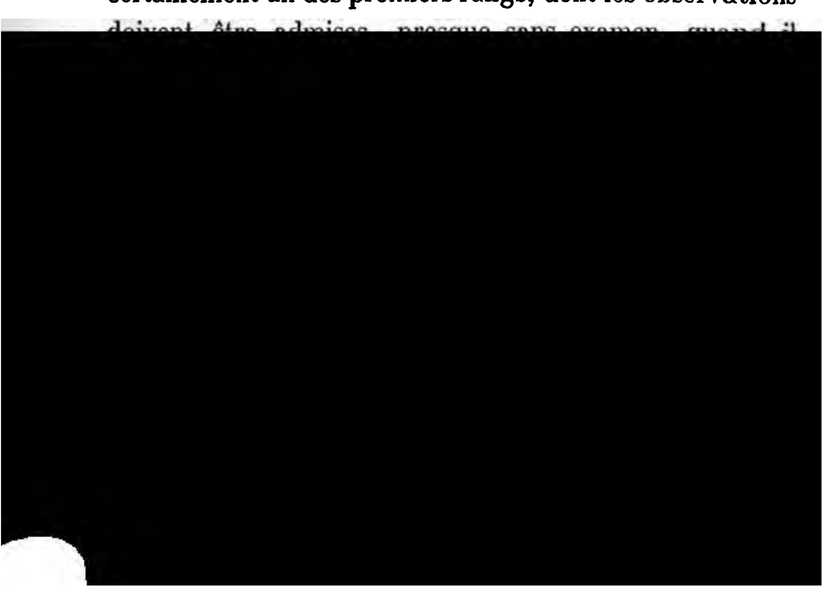
Ainsi, d'après Franklin, deux conditions sont nécessaires pour qu'un nuage soit orageux : il faut que ce nuage soit très-étendu; il faut, de plus, que de petits nuages s'interposent entre sa surface inférieure et la terre. Mais est-il bien vrai que des éclairs ne jaillissent jamais d'un petit nuage isolé; que jamais la foudre ne s'en détache? Je prie de remarquer que je pose le problème comme question de fait, et nullement sous le point de vue d'une

1. Dans certaines localités, d'après les remarques de M. le capitaine Peytier, les orages qui éclatent sur les montagnes, ont pour *germe*, si cette expression m'est permise, quelques lambeaux de nuages formés sur le bas pays, ou détachés des immenses couches dont les plaines environnantes étaient précédemment couvertes. Suivant lui, l'observateur placé sur un des pics des Pyrénées, d'où l'on aperçoit le Roussillon ou la Gascogne, sur le Canigou ou le Pic du Midi de Bigorre, par exemple, voit tous les matins, plusieurs heures après le lever du soleil, se former au-dessus de la plaine, des nuages qui souvent s'élèvent avec rapidité, vont se grouper tous, tantôt sur une cime, tantôt sur une autre, et le plus ordinairement y engendrent un orage. Lorsque la plaine est déjà couverte le matin, il n'y a pas lieu à de nouvelles formations; mais des fragments se détachent, çà et là, des nuages préexistants, les uns de bonne heure, les autres plus tard. L'orage éclate dès que ces fragments se sont réunis en grand nombre autour d'une des cimes de la chaîne.

possibilité théorique. Eh bien, à la question de fait, la plupart des météorologistes, d'accord en cela avec le philosophe américain, ont répondu négativement. Je puis citer, par exemple, le grand nom de Saussure. Voici ce que je trouve à ce sujet dans la relation du célèbre *Voyage au col du Géant* :

« Quant aux orages, je n'en ai vu naître dans ces montagnes que dans le moment de la rencontre ou du conflit de deux ou plusieurs nuages. Au col du Géant, tant que nous ne voyions dans l'air ou sur la cime du Mont-Blanc, qu'un seul nuage, quelque dense et quelque obscur qu'il parût, il n'en sortait point de tonnerre ; mais s'il s'en formait deux couches l'une au-dessus de l'autre, ou s'il en montait des plaines ou des vallées qui vinssent atteindre ceux qui occupaient les cimes, leur rencontre était signalée par des coups de vent, *des tonnerres,* de la grêle et de la pluie. »

Il est des physiciens, et dans le nombre Saussure occupe certainement un des premiers rangs, dont les observations



nuages isolés ne produisent jamais ni éclairs ni tonnerre. La peine que j'ai prise n'a pas été sans résultat.

Je lis dans un Mémoire de l'académicien Marcorelle, de Toulouse, que le 12 septembre 1747, le ciel étant serein et parfaitement pur, sauf *un petit nuage* qui paraissait, à la vue, exactement rond et de 40 à 43 centimètres de diamètre, la foudre tout à coup gronda, éclata et tua la femme Bordenave, après l'avoir brûlée au sein, sans endommager ses vêtements.

A la date du 30 juillet 1764, je trouve dans les *Observations botanico-météorologiques faites à Denainvilliers, près de Pithiviers*, par M. Duhamel du Monceau, la note également sans réplique que je vais transcrire :

« A cinq heures et demie du matin, par un beau soleil, il a passé un petit *rocher isolé*. De ce nuage il est sorti un éclair et un coup de tonnerre qui est tombé sur un orme, très-près du château de Denainvilliers; il a enlevé une lanière d'écorce de 20 pieds ($6^m.5$) de hauteur jusqu'à la racine, sur 2, 3 et 4 pouces de largeur (5 à 10 centimètres) ; il a fait sur le bois une rainure d'un travers de doigt de largeur et de profondeur, et dans le fond de cette rainure on voyait une ligne comme un fil noir, où le bois paraissait être fendu ; dans le moment, on a senti dans une ferme voisine une odeur de soufre qui a beaucoup effrayé. »

Bergman vit lui-même « le tonnerre tomber d'un très-petit nuage sur un clocher, le ciel étant d'ailleurs parfaitement clair. »

J'espère que les petits nuages seront définitivement rétablis dans leurs droits quand j'aurai rapporté une qua-

trième observation dont je suis redevable à M. le capitaine Hossard.

En 1834, cet officier, descendant la route qui passe au col de la Faucille, dans le Jura, vit se former un petit chapeau de nuages autour d'un sommet voisin, appelé le Colombier de Gex, dont la hauteur au-dessus de la mer est de 1,600 mètres. Le nuage existait à peine depuis quelques instants, quand il en partit un fort coup de tonnerre.

Quoique la discussion qu'on vient de lire ne soit certainement pas propre à accroître notre confiance dans les faits négatifs, je dirai cependant que, suivant Beccaria, la foudre ne part jamais des nuées *fumeuses*, c'est-à-dire de ces couches de nuages qui sont si remarquables par l'apparente uniformité de leur composition et par la régularité de leur surface.

Nous terminerons ici ce chapitre. Un jour, peu éloigné peut-être, on aura sur le sujet que j'y ai traité, des données plus nettes, plus précises, plus substantielles. Ce [redacted]

CHAPITRE III.

FOUDRE DES NUAGES VOLCANIQUES.

LA FOUDRE S'ÉLABORE ET SE MANIFESTE QUELQUEFOIS DANS DES NUAGES DONT LA NATURE SEMBLE TOUTE DIFFÉRENTE DE CELLE DES NUAGES ATMOSPHÉRIQUES ORDINAIRES.

Pline le Jeune a écrit à Tacite deux lettres, devenues célèbres, au sujet de l'éruption du Vésuve qui, en l'an 79 de notre ère, occasionna la mort de son oncle, Pline le Naturaliste. Dans la seconde de ces lettres, il parle de nuées noires et horribles (c'étaient des nuées de cendres) déchirées par des feux serpentants (on n'emploierait pas aujourd'hui d'autres paroles pour caractériser certains éclairs des orages ordinaires); « de nuées qui *s'ouvraient* et laissaient échapper de longs sillons de flammes, semblables à des éclairs. »

Les ouvrages du père della Torre fourniraient au besoin beaucoup de citations du même genre. Dans la description de l'éruption du Vésuve de l'année 1182, nous trouverions, par exemple, « que la fumée excessivement dense (*densissimo*) dura depuis le 12 jusqu'au 22 août, et que la foudre (*saette*) se montra souvent au milieu de cette fumée. »

Bracini, témoin oculaire de l'éruption du Vésuve de l'année 1631, dit que la colonne de fumée qui s'éleva du cratère s'étendit dans l'atmosphère jusqu'à la distance de 160 kilomètres, et que, pendant le trajet de ce nuage d'une espèce particulière, il en sortit souvent des foudres qui tuèrent plusieurs personnes et plusieurs animaux.

Pendant l'éruption du Vésuve de l'année 1707, Giovanni Valetta écrivait de Naples à Richard Waller : « Le troisième et le quatrième jour, le volcan a jeté par son cratère des éclairs semblables à ceux qui, dans certaines circonstances, illuminent le ciel. Ils étaient tortueux, serpentants, et après leur apparition on entendait les éclats du tonnerre..... Des éclairs, des tonnerres si fréquents, si intenses, avaient fait croire à une pluie prochaine ; mais on reconnut enfin qu'ils naissaient dans un nuage obscur composé, non de vapeurs ordinaires, mais seulement de cendres. »

Les paysans établis au pied du Vésuve disaient à sir William Hamilton, à la suite de l'éruption de 1767, qu'ils furent bien plus effrayés des éclairs incessants et des foudres qui tombaient parmi eux, que des laves brûlantes et des autres phénomènes menaçants dont une éruption volcanique est toujours accompagnée.

Durant la terrible éruption de 1779, il sortait du cratère du Vésuve, pêle-mêle avec la lave incandescente, de [redacted]

zigzag, si bien connus des météorologistes, et que les habitants du pied du Vésuve appellent *ferilli*.

Les éclairs volcaniques vus par Hamilton en 1799 ne furent accompagnés d'aucune détonation sensible. En 1794, au contraire, des décharges comparables à celles des plus violents coups de tonnerre les suivaient constamment. L'orage formé par la seule influence du volcan était, sous tous les rapports, pareil aux orages ordinaires. Les foudres qu'il lançait produisaient les accidents accoutumés. On eut particulièrement l'occasion de se convaincre de cette parfaite ressemblance entre les effets des orages volcaniques et des orages ordinaires, en examinant l'habitation foudroyée du marquis de Berio, à San-Jorio. Les cendres dont se composait en très-grande partie le nuage volcanique avaient la finesse du tabac d'Espagne. Ce nuage fut transporté par le vent jusqu'au-dessus de la ville de Tarente, dont la distance au Vésuve est d'environ 400 kilomètres. Là aussi la foudre qui s'en détacha produisit de grands dégâts dans une maison.

Je n'ai parlé jusqu'ici que des éruptions du Vésuve. Quoique je doive peu craindre que personne s'avise d'attribuer aux nuages de fumée et de cendre qui s'élèvent du cratère de ce volcan, le privilége exclusif d'engendrer le tonnerre, je ferai cependant quelques nouvelles citations.

La première, je l'emprunterai à Sénèque.

Dans les *Questions naturelles*, liv. II, § 30, je lis que pendant une grande éruption de l'Etna, le tonnerre grondait, et qu'on vit éclater la foudre au milieu des nuages de sable brûlant que le volcan vomissait.

Ma seconde citation, je la puiserai dans la *Descrizione dell' Etna del' abate Francesco Ferrara.*

Au commencement de l'année 1755, il s'éleva du cratère de l'Etna une immense et très-noire colonne de fumée qui était fréquemment traversée par des éclairs tortueux (*tortuose balenazioni*).

Lorsque l'îlot, de si courte durée, Sabrina, surgit en 1811, près de Saint-Michel des Açores, les colonnes excessivement noires, composées de poussière et de cendres, qui s'élevaient du sein de l'Océan, étaient, dit le capitaine Tillard, sillonnées sans cesse dans leurs parties les plus opaques, les plus sombres, par des éclairs d'une vivacité extraordinaire.

Il n'y a pas jusqu'au petit volcan qui se montra en juillet 1831, entre la Sicile et Pantellaria, qui ne puisse aussi figurer dans ce chapitre. John Davy nous apprend, en effet, que, le 5 août, il s'élevait de temps en temps du cratère, jusqu'à la hauteur de 900 à 1,200 mètres des colonnes d'une poussière parfaitement noire, et que des éclairs suivis de tonnerre en jaillissaient presque conti-

[redacted]

Ma réponse est bien simple : il serait vrai que les nuages excessivement noirs, qui, après s'être élevés de la bouche des volcans jusqu'à des hauteurs prodigieuses, après s'être étalés dans tous les sens autour de la colonne ascendante, donnent à l'ensemble des déjections gazeuses et pulvérulentes, cette forme d'un pin si bien décrite par Pline le jeune et par les observateurs modernes; il serait vrai, disons-nous, que ces nuages se composent en très-grande partie de vapeur d'eau, qu'il n'en resterait pas moins à examiner comment la vapeur, quand elle s'élève d'un cratère à peu près pure, n'est, si je suis bien informé, jamais ou presque jamais orageuse, et comment les cendres, comment les poussières volcaniques lui communiquent toujours cette propriété. Rien, au surplus, n'établit la vérité de l'hypothèse dont je viens de faire mention, si on l'envisage d'un point de vue général; rien ne prouve, par exemple, à l'égard de l'épais nuage qui, en 1794, s'étendit du Vésuve jusqu'à Tarente, qu'en arrivant près de cette ville, il ne se composait pas exclusivement de poussière impalpable. D'après la relation du capitaine Tillard, de noires colonnes de fumée s'élevaient de l'Océan, près des Açores, avant que le petit îlot Sabrina eût commencé à surgir. Dans ce cas, la vapeur engendrée au foyer volcanique sous-marin ne devait-elle pas se condenser en grande partie, pendant sa marche ascensionnelle vers la surface, comme elle se condense au contact de l'eau froide dans l'admirable machine de Watt? Je ne pousserai pas plus loin ces considérations. Mais, tout à l'heure, je citerai un fait qui leur donnera une grande force, puisqu'il prouvera qu'après

s'être détachées des nuages et lorsqu'elles arrivent à terre dans un état de sécheresse extrême, les poussières volcaniques sont quelquefois si fortement inprégnées de la matière de la foudre, qu'elles donnent lieu à de remarquables phénomènes de phosphorence.

CHAPITRE IV.

DE LA HAUTEUR DES NUAGES ORAGEUX.

La foudre, comme nous l'expliquerons plus loin, produit en tombant sur certaines roches des phénomènes locaux de fusion et de vitrification bien connus des observateurs. Ces vitrifications superficielles et circonscrites, mon illustre ami M. de Humboldt les a aperçues à la partie culminante de la principale sommité de la montagne de Toluca (à l'ouest de Mexico), à la hauteur de 4,620 mètres au-dessus du niveau de la mer; Saussure les a vues au sommet du Mont-Blanc, à 4,810 mètres d'élévation [1]; Ramond, au Mont-Perdu, à 3,410 mètres, et au

Au Mexique.	à plus de	4,620 mètres;
En Suisse.	»	4,810
Dans nos Pyrénées. . . .	»	3,410?

La conséquence serait juste, comme on va le voir tout à l'heure, mais la démonstration manquerait complétement de rigueur. Nous sommes partis, en effet, de l'opinion commune, adoptée sans réflexion, que la foudre s'élance des nuages seulement de haut en bas. Eh bien, je citerai un fait qui établit la réalité de la marche inverse. Nous verrons divers objets frappés et endommagés par un coup de foudre parti de nuages beaucoup plus bas qu'eux.

Nous ne pouvons donc guère espérer de trouver des déterminations certaines des plus grandes hauteurs où se maintiennent les nuages orageux, que dans les relations des voyages faits sur les sommités des principales chaînes de montagnes des deux continents. Telle est aussi la mine où nous allons puiser.

Dans son ouvrage sur la figure de la Terre, Bouguer parle d'un orage qui les surprit, lui et La Condamine, au Pichincha, un des sommets de la Cordillère du Pérou. La hauteur du Pichincha, au-dessus du niveau de la mer, est de 4,868 mètres.

Le 5 juillet 1788, le lendemain de leur arrivée sur le Col du Géant, MM. de Saussure père et fils y furent assaillis par un violent orage, pendant lequel les éclairs et le tonnerre se succédaient sans interruption. La hauteur des nuées orageuses au-dessus de la montagne ne fut ni déterminée ni évaluée. Tout ce que nous pourrons dire de

cette hauteur, rapportée au niveau de la mer, sera donc qu'elle surpassait notablement la hauteur du rocher où MM. de Saussure avaient établi leurs tentes, c'est-à-dire 3,471 mètres.

Un paragraphe de la relation si célèbre de ces deux grands observateurs, dans lequel ils font mention d'orages qui naissaient à la sommité du Mont-Blanc, toutes les fois qu'il s'y formait deux couches de nuages, nous autoriserait à augmenter d'un millier de mètres le nombre que nous venons de rapporter, et d'affirmer qu'au milieu des Alpes, MM. de Saussure *ont vu*, *ont entendu des orages* dont le siége était à environ 4,500 mètres de hauteur verticale au-dessus du niveau de l'Océan.

Grâce à MM. les capitaines Peytier et Hossard, les Pyrénées figureront aussi dans ce chapitre.

En août 1826, à la station géodésique du Pic de Troumouse (élevé de 3,086 mètres), les orages s'engendraient dans une couche de nuages dont la surface la plus voisine de terre était à environ 3,000 mètres de hauteur verticale au-dessus de la mer.

[redacted]

elles jamais aussi grandes pour les orages qui éclatent sur les pays de plaine? Cette question n'intéresse pas seulement notre curiosité. Supposez-la résolue affirmativement, et la densité de l'air jouera seule un rôle dans la formation des nuées orageuses. Prenez l'hypothèse contraire, et l'action de la terre deviendra manifeste, et cette action, quelle qu'en puisse être la nature, sera caractérisée par le fait remarquable que le sol d'un pays, en s'élevant, élève en même temps la région des orages; et il demeurera établi qu'un plateau, qu'une montagne, communiquent, par leur voisinage, à des couches atmosphériques de certaine densité, des propriétés dont ces mêmes couches seraient dépourvues dans un plus grand isolement. Il suffira de ces réflexions pour montrer que le but que je me proposais ici n'est pas encore atteint. Il me reste à chercher quelle est la hauteur des orages dans les pays de plaine peu élevés au-dessus de la mer.

Près d'une chaîne de montagnes, on apprécie la hauteur des nuages d'après celle des sommités ou de toute autre espèce de repères que ces nuages vont couvrir et dont on a fixé les coordonnées verticales par des nivellements barométriques ou trigonométriques. Dans les pays de plaine, on a recours à une méthode, non moins satisfaisante, qui se fonde sur la comparaison du temps de l'apparition de l'éclair et de celui de l'arrivée du bruit du tonnerre au lieu qu'occupe l'observateur. Cette méthode, j'en indiquerai bientôt les principes. Ici, je dois me contenter de rapporter les résultats qu'elle a donnés [1].

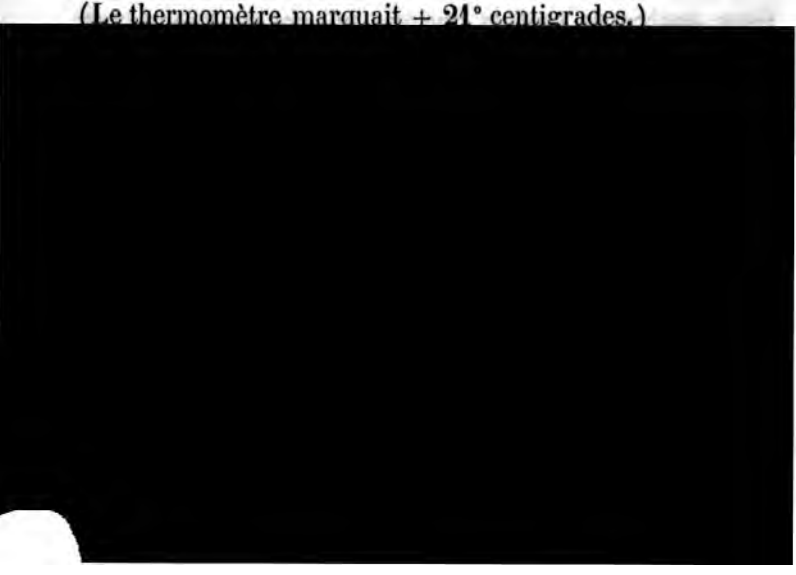
1. Si ces résultats ne sont pas plus nombreux, il faut s'en prendre à la déplorable habitude qu'ont eue la plupart des auteurs de traités

Je trouve, dans un recueil de *Mémoires* de de l'Isle, membre de l'Académie des sciences, quatre observations faites à Paris, le 6 juin 1712, dans l'intervalle de six minutes, et qui me donnent, après un calcul convenable, pour *la hauteur verticale* des nuages dans lesquels naissaient l'éclair et le tonnerre :

Cet énorme résultat. . . . . 8,080 mètres!

Dans les soixante-dix-sept observations que le Mémoire de de l'Isle renferme, il n'en est aucune autre, après celle du 6 juin 1712, qui puisse être calculée. Par un inconcevable oubli, la *hauteur angulaire* de la région où les éclairs se montraient n'est donnée qu'une fois.

Le même oubli se remarque dans les observations que l'abbé Chappe recueillit à Bitche, en Lorraine, pendant l'année 1757. Les observations de Tobolsk (Sibérie), faites en 1761 par le même astronome, sont plus complètes. J'y trouve que, le 2 juillet, la hauteur verticale des nuées orageuses était de. . . . . 3,340 mètres.



[redacted]

Le 13 juillet, Chappe trouva. . . . 3,470 mètres.

Deux observations faites à Berlin, par le célèbre Lambert, le 25 mai et le 17 juin 1773, donnent pour la hauteur des nuages orageux :

La première observation. . . . . . 1,900 mètres;
La seconde » . . . . . 1,600.

Ces déterminations ne sont pas assez nombreuses pour qu'on doive se hasarder à en déduire des conclusions générales. Il est, toutefois, bien remarquable que la plus grande hauteur de nuées orageuses qu'il ait été possible de recueillir appartienne à un pays de plaine, et qu'elle soit même, si de l'Isle ne s'est pas trompé, presque le double de la plus grande hauteur des orages dans les Alpes. Au surplus, les observations de cette espèce sont très-faciles; les occasions de les faire assez fréquentes; tout nous autorise donc à espérer que, une fois dûment avertis, les astronomes et les météorologistes s'empresseront de combler la lacune que j'ai dû leur signaler.

Je me suis attaché jusqu'à présent à noter les plus grandes hauteurs où s'engendrent les orages. Malheureusement je ne trouverai guère des documents plus nombreux si j'aborde la question des hauteurs ordinaires.

Les observations de de l'Isle n'étant jamais accompagnées, comme je l'ai déjà dit, d'une appréciation de la hauteur angulaire des éclairs, ne peuvent donner que de simples limites.

Voici les moins fortes :

	Hauteur verticale en mètres.
En mai, un orage à Paris était *à moins* de. .	2,400;
En juin, un autre était *à moins* de.	1,000;
Le 2 juillet, un troisième était *à moins* de. .	1,400;
Le 21 du même mois, un quatrième était *à moins* de.	1,400.

Je ne vois aucun moyen de déduire des observations de de l'Isle des limites inférieures à celles que je viens de rapporter.

Le Gentil, qui séjourna quelque temps à l'île de France, à Pondichéry et à Manille, assure, d'après ses propres observations, que, sur ces trois points des régions équinoxiales, la couche inférieure des nuages dans lesquels s'engendrent les *orages ordinaires* n'est jamais à plus de 900 mètres d'élévation verticale. Toutefois, par une exception, le 28 octobre 1769, à Pondichéry, le foyer de l'orage se trouvait à une hauteur de plus de :

3,300 mètres.

Les observations de Tobolsk donnent :

Un cas où le nuage orageux pouvait n'être élevé verticalement que de.	244 mètres.
Un second où la hauteur était de.	292
Six cas correspondant à des hauteurs comprises entre.	400 et 600
Trois cas où les nuages se trouvaient entre.	600 et 800
Cinq cas, enfin, correspondant à des hauteurs supérieures à. .	800

M. Haindiger, savant physicien autrichien, a publié récemment deux relations desquelles il résulte que les nuages où s'élaborent les coups foudroyants sont quelquefois beaucoup moins élevés qu'on ne le supposerait d'après les déterminations qu'on vient de lire.

Le 26 août 1827, il éclata pendant les vêpres un orage au-dessus du couvent d'Admont, en Autriche. Cet orage tua deux jeunes prêtres dans le chœur même de l'église. Le nuage d'où partit la foudre n'avait que 8 mètres d'épaisseur, et sa distance perpendiculaire au sol ne dépassait pas 28 mètres.

Le couvent est dans la vallée; un château situé sur le penchant de la colline et élevé à une hauteur verticale de 117 mètres, n'avait alors pour habitants que le gardien et sa femme. Pendant toute la durée de l'orage, ces deux individus virent la croix du clocher du couvent, haute de 36 mètres, dominer la couche nuageuse, dont la surface inférieure rasait une des fenêtres du clocher, percée à environ 28 mètres du sol.

Outre la couche de nuages dont nous venons de parler, qui couvrait toute la vallée, il en existait une autre plus élevée, et dont la hauteur exacte, déterminée par les repères auxquels elle correspondait, était d'environ 732 mètres. La distance qui séparait les deux couches étant de 696 mètres à peu près, c'est entre ces deux nuages que s'échangeaient les décharges, lesquelles paraissaient aller presque toujours du nuage inférieur au supérieur.

Il y eut à Graz, le 15 juin 1826, un orage remarquable. Pendant la durée d'une heure au plus, la foudre tomba neuf fois, cinq fois avec inflammation.

La ville de Graz est, comme on sait, située sur les flancs du Shlossberg ; et la citadelle, située au sommet de cette colline, haute de 490 mètres, resta découverte pendant toute la durée de l'orage ; le ciel au-dessus était tout à fait serein et bleu ; au contraire, la tour de l'horloge du Johanneun, à 123 mètres au-dessous de la citadelle, était presque entièrement plongée dans les couches nuageuses. En combinant toutes les mesures, on trouva que la hauteur verticale de la surface supérieure du nuage était d'environ 106 mètres, la hauteur de la surface inférieure d'environ 70 mètres ; l'épaisseur, par conséquent, de la couche nuageuse était de 36 mètres.

Muni de bons chronomètres et d'excellents moyens de mesurer les hauteurs angulaires, M. d'Abbadie ne pouvait manquer d'essayer de déterminer la hauteur ordinaire des nuages orageux en Abyssinie, où son zèle pour la science l'avait conduit. Voici ses principales déterminations à ce sujet :

Dates.	Hauteur du nuage au-dessus du terrain où M. d'Abbadie observait.

[redacted]

CHAPITRE V.

DES DIFFÉRENTES ESPÈCES D'ÉCLAIRS.

Les phénomènes de lumière qui se manifestent dans les orages, et qu'on appelle les *éclairs*, ont des formes assez dissemblables et des propriétés assez variées pour qu'il m'ait paru nécessaire d'en faire plusieurs classes.

§ 1er. — Éclairs en zigzag ou de la première classe.

La première classe comprend certains éclairs que tout le monde a dû remarquer, et qui paraissent consister en *un trait, en un sillon de lumière très-resserré, très-mince, très-arrêté sur ses bords.*

Ces éclairs ne sont ni toujours blancs ni toujours de la même couleur. Les météorologistes déclarent en avoir vu de purpurins, de violacés, de bleuâtres [1].

Malgré leur incroyable vitesse, ils ne se propagent pas en ligne droite. Ordinairement, au contraire, *ils serpentent, ils dessinent dans l'espace, les zigzags les plus prononcés* [2].

1. Ceux qui, de prime abord, trouveraient ces remarques minutieuses, changeront d'avis, je l'espère, quand nous aurons établi que les nuances citées sont liées à l'état de l'air au milieu duquel les éclairs ont pris naissance; lorsqu'il deviendra évident qu'une simple appréciation de couleur pourra, en certains cas, devenir l'équivalent de plusieurs sortes d'observations météréologiques qui seraient faites dans la région des nuages.

2. Howard a vu des éclairs qui, après avoir terminé presque complétement leur course descendante, revenaient sur leurs pas, par-

J'ai lu quelque part, mais en ce moment je ne retrouve pas le passage, qu'à la suite de plusieurs *zigzags*, des éclairs, après s'être en quelque sorte reployés sur eux-mêmes, retournèrent vers la région d'où ils s'étaient originairement élancés [1]. Ce qui n'est qu'une très-rare exception dans les orages ordinaires se manifeste fréquemment, au contraire, au milieu des nuées volcaniques. Témoin ces paroles de Sorrentino sur l'éruption du Vésuve de 1707 :

« Les habitants, dans l'obscurité la plus profonde, se trouvaient au milieu des éclairs (*saette*). Les éclairs qui sortaient de la fournaise du Vésuve ne dépassaient pas dans leur course le cap Pausilippe, où s'arrêtait aussi le nuage de cendres. Là, ils se repliaient et revenaient par le même chemin frapper la fournaise d'où ils étaient sortis. »

Sir William Hamilton ne s'explique pas avec moins de netteté : « Ces éclairs volcaniques (ceux de l'éruption du

couraient dans ce mouvement rétrograde, ou de bas en haut, le
[redacted]

Vésuve de 1799) abandonnaient très-rarement le noir nuage de cendres qui s'avançait vers la ville de Naples et semblait la menacer d'une entière destruction : ils *retournaient* vers le cratère du volcan, et rejoignaient la colonne ascendante enflammée d'où originairement on les avait vus sortir. Une ou deux fois, seulement, ces éclairs (ou *ferilli*, comme les Napolitains les appellent) tombèrent sur *la Somma* et mirent le feu à des buissons et à des herbages secs. »

Le mouvement rétrograde singulier d'éclairs de la première espèce se trouve indiqué fort nettement dans le fait que je vais citer. M. d'Abbadie rapporte qu'en Éthiopie il a vu des éclairs de la première classe s'élancer d'un nuage supérieur horizontal vers un second nuage moins élevé, pareil au premier, et revenir sur leurs pas en suivant une marche qui traçait une sorte de V.

Il n'est pas rare que les éclairs dont nous nous occupons maintenant s'élancent d'un groupe de nuages sur un autre groupe. Cependant, leur course la plus ordinaire les porte des nuages vers la terre.

Dans ce dernier cas, on a cru voir l'extrémité inférieure du trait de lumière sous la forme d'un dard. Une chose beaucoup moins douteuse, c'est que, parfois, ces éclairs se bifurquent; c'est qu'ils se partagent même en trois rameaux : ainsi, un simple trait lumineux part de la nue; après un certain trajet, il y en a deux ou trois parfaitement distincts. Leur écartement angulaire est considérable, ils atteignent des points de la terre fort éloignés les uns des autres.

L'abbé Richard (l'auteur de l'*Histoire naturelle de*

l'air et des météores) me fournit un exemple d'évidente, de forte bifurcation. *Il vit* lui-même un sillon lumineux, unique au départ de la nue, se partager en deux à quelque distance de la terre, et chaque moitié aller frapper un objet séparé.

Quant il faut se prononcer sur la forme de phénomènes fortuits et qui durent aussi peu de temps qu'un éclair de la première espèce, on est heureux de pouvoir citer des observateurs du mérite de Nicholson. Aussi je me hâte de tirer d'une note de ce célèbre physicien, jetée, sans nom d'auteur, dans le coin obscur d'un journal, quelques mots précieux que j'y ai aperçus avec d'autant plus de plaisir que le titre de la note me les faisait moins espérer.

« Le 19 juin 1781, un violent orage passa sur l'extrémité occidentale de Londres. J'étais alors à Battersea, et je fis la remarque que les éclairs, accompagnés d'ailleurs d'explosions très-marquées et très-distinctes, furent, dans beaucoup de cas, *fourchus* à leur extrémité inférieure, mais jamais dans le haut. »

Si les cas de bifurcation ne sont pas communs, on

un second exemple d'éclair à trois branches, contre lequel il ne s'élevât pas même la possibilité d'une objection. N'est-il pas remarquable que j'aie été obligé de recourir aux nuées volcaniques pour le rencontrer? L'ouvrage de l'abbé Ferrara m'apprend que, le 18 juin 1763, il se forma sur le revers méridional de l'Etna, et à quelque distance du sommet, un certain nombre d'ouvertures d'où sortaient d'immenses globes d'une fumée noire mêlée de cendres et de poussière enflammée. Eh bien, ces nuages étaient sans cesse traversés par des *éclairs à trois pointes* (*da tricuspidali balenazioni*).

Un de mes amis, que j'avais prié de chercher dans la météorologie allemande de M. Kaemtz quelque citation qui pût être utilement ajoutée aux deux précédentes, m'annonce que cet excellent observateur assure *avoir vu* lui-même une fois, mais une seule fois dans sa vie, un éclair se partager en trois.

Depuis que cette Notice a été imprimée pour la première fois, en 1837, j'ai reçu de M. Jean de Charpentier la relation qu'on va lire, et dans laquelle il est également question d'un éclair de la première espèce qui, avant d'arriver à terre, se partagea en trois.

Cet éclair fut observé à Freiberg le 25 juin 1794. La pointe centrale frappa une maison située sur la place de la cathédrale; la branche du côté du sud incendia une maison située dans le faubourg, près d'un moulin appelé le Stockmühle; la troisième branche, celle du nord, passa par-dessus la ville, dans la direction du nord-ouest, et mit le feu à une chaumière près du village de Klein-Watersdorff. La maison incendiée près du moulin de la

Stockmühle se trouvait à 1,195 mètres au sud de celle frappée sur la place de la cathédrale, et de celle-ci à la chaumière incendiée, il y avait, il y a 2,600 mètres.

M. de Charpentier cite, dans la lettre qu'il m'a fait l'honneur de m'écrire, un coup de tonnerre unique, à la suite duquel on reconnut que cinq arbres, quelque peu éloignés les uns des autres, avaient été frappés ; il montre, avec une assez grande probabilité, en réunissant toutes les circonstances, que, pour les expliquer, il fallait admettre l'action d'un éclair à cinq branches. Mais comme il ne serait pas impossible de rendre compte autrement de cette variété d'effets, j'ai dû n'insister que sur le cas dans lequel le savant naturaliste et son père *virent* trois éclairs se détacher d'un rameau unique.

J'ai laissé de côté tous les passages dans lesquels les anciens poëtes parlent de foudres à trois pointes, et je n'ai enregistré ici que les dédoublements et les trisections d'éclairs dont les physiciens ont pu constater l'existence *à l'aide de leurs yeux*. Il me serait facile d'aller bien plus [redacted]

pellerais que *vingt-quatre églises* furent foudroyées quoiqu'on n'eût entendu que *trois coups* de tonnerre distincts; mais, pour le moment, j'abandonne des considérations plus ou moins conjecturales, plus ou moins sujettes à difficulté, et je m'en tiens, je le répète, aux phénomènes qui se sont manifestés par une séparation évidente, par une séparation saisissable à l'œil, d'un seul trait lumineux en plusieurs traits distincts.

Les éclairs de notre *première classe*, sont désignés en Italie par un nom particulier : on les appelle *saette.* Suivant une opinion fort *répandue chez nous*, tant parmi les physiciens que dans la masse du public, ce seraient principalement, sinon exclusivement, les *saette*, les éclairs *resserrés*, les éclairs *en sillon, en zigzag,* qui porteraient avec eux l'incendie et la destruction; ces éclairs, en un mot, constitueraient *la foudre* proprement dite[1].

A côté des bifurcations signalées dans cet article, je dois dire que M. Gamot, ancien élève de l'École polytechnique, m'écrit qu'il vit distinctement, dans le mois d'octobre 1838, des éclairs qui partirent de deux points très-différents d'une nuée orageuse, se réunir et descendre ensuite jusqu'à terre. L'observateur croit pouvoir affirmer que le phénomène ne fut pas un éclair ascendant qui se bifurqua en approchant des nuages.

1. Sénèque avait déjà coupé court à la distinction que ses contemporains établissaient entre l'éclair et la foudre. « L'éclair, disait-il, est la foudre qui ne descend pas jusqu'à terre; la foudre est l'éclair qui, au contraire, vient la toucher. » (*Quest. nat.*, liv. II, § 21.)

§ 2. — Éclairs de la seconde classe.

Venons maintenant aux *éclairs de la seconde classe.*

La lumière de ces éclairs, au lieu d'être concentrée dans les traits sinueux presque sans largeur apparente, embrasse, au contraire, d'immenses surfaces. Elle n'a, d'ailleurs, ni la blancheur, ni la vivacité de la lumière des éclairs fulminants. Souvent sa teinte est un *rouge très-intense.* Le *bleu* ou le *violet* y dominent aussi de temps en temps.

Quand il arrive qu'un éclair de la seconde classe est sillonné par un éclair en zigzag de la première, la différence de leurs couleurs devient manifeste aux yeux les moins exercés.

Les éclairs de la seconde classe paraissent quelquefois n'illuminer que les contours des nuages d'où ils émanent. Quelquefois aussi leur vive lumière embrasse toute l'étendue superficielle de ces mêmes nuages, et, de plus, elle semble sortir de leur intérieur. On dirait alors, en

[redacted]

milliers, contre un éclair resserré et sinueux de la première classe.

§ 3. — Éclairs de la troisième classe.

Si l'on convient que toute lumière atmosphérique dont l'apparition coïncide avec les manifestations de la foudre, doit porter le nom d'éclair, on se trouve inévitablement conduit à ranger quelques-uns de ces phénomènes dans une classe totalement distincte des deux qui viennent de nous occuper.

Les *éclairs de la troisième classe* diffèrent, en effet, de ceux que nous avons dû placer dans les deux premières, par la durée, par la vitesse et aussi par la forme. Tout le monde a remarqué que l'éclair linéaire en zigzag nettement dessiné, que l'éclair superficiel à contours mal définis, ne durent qu'un instant. Des observations que nous analyserons bientôt, montreront à quel point cette durée est courte. Elles nous donneront de si petites fractions de seconde, qu'on en demeurera étonné. Les éclairs de la troisième classe, au contraire, sont visibles pendant une, deux, dix, etc., secondes de temps. Ils se transportent des nuages à la terre avec assez de lenteur pour que l'œil les suive nettement dans leur marche et apprécie leur vitesse. Les espaces qu'ils embrassent sont *circonscrits*, *nets, définis*, et d'une forme qui doit peu différer de celle de la sphère, car, de loin, en projection, ces espaces semblent des cercles de lumière.

La forme sphérique que je viens d'attribuer à certains éclairs, ou, si l'on aime mieux, à certaines masses lumineuses qui, dans des temps d'orage, traversent en divers

sens et avec des vitesses plus ou moins grandes, l'espace compris entre les nuages et la terre, apparaît trop rarement aux regards des observateurs pour que des citations ne soient pas ici indispensables, Je me ferai même d'autant moins scrupule de les multiplier, que ces *globes de feu* sont aujourd'hui une pierre d'achoppement pour les météorologistes théoriciens de bonne foi, et qu'ils me paraissent devoir servir à expliquer comment, dans quelques circonstances, très-rares il est vrai, de bons paratonnerres ont été inefficaces.

Avant d'aller plus loin, j'aborderai une objection dont ne manqueraient pas de se prévaloir tous ceux (et le nombre en est grand) qui subordonnent l'admission d'un fait, à la possibilité de le rattacher aux théories connues. Cette objection, la voici :

Ces globes de feu que vous enregistrez, ont-ils existé réellement? La forme qu'on leur a attribuée n'était-elle pas le résultat d'une illusion d'optique? Un éclair de la première classe, en le supposant cylindrique, ne doit-il pas, s'il est exactement dirigé vers l'œil d'un observateur, lui paraître circulaire, ou du moins globulaire?

Cette objection aurait quelque gravité, si la forme sphéroïdale ne s'était jamais manifestée qu'à ceux qui, se trouvant *exactement* sur le chemin de l'éclair, devaient en être frappés. Mais un observateur placé en dehors de la route de l'éclair; un observateur qui l'aperçoit transversalement, qui le voit tomber sur une maison voisine ou éloignée, ne peut lui attribuer la forme d'un globe que s'il est globulaire en effet. Ces dernières circonstances de position se sont presque toujours rencontrées dans les

exemples qui suivent. L'objection ne mérite donc pas de nous occuper davantage.

CHAPITRE VI.

ANCIENS EXEMPLES D'ÉCLAIRS DE LA TROISIÈME CLASSE OU GLOBES DE FEU.

§ 1er.

M. Deslandes recueillit avec un soin infini, pour le transmettre à l'Académie, tout ce qu'on avait observé en Bretagne, pendant le célèbre orage de la nuit du 14 au 15 avril 1718. A Couesnon, près de Brest, sur les décombres mêmes de l'église entièrement détruite, on s'accordait à attribuer la catastrophe « à *trois globes de feu*, de plus d'un mètre de diamètre chacun, qui, s'étant réunis, avaient pris leur direction vers l'église, d'un cours très-rapide. »

§ 2.

En mars 1720, pendant l'orage le plus violent, un *globe de feu* tomba à terre près de Horn. Après avoir *rebondi*, ce globe alla frapper le dôme de la tour et y mit le feu.

§ 3.

Le 3 juillet 1725, un orage ayant fondu sur le territoire d'Aynho, dans le Northamptonshire, le tonnerre tua un berger et cinq moutons. Au plus fort de la bourrasque, le révérend Jos. Wasse *vit un globe de feu* gros comme la lune, *et entendit* le sifflement qu'il produisait dans l'atmosphère en passant au-dessus de son jardin. Une autre

personne située en plein champ aperçut, pendant le même orage, *un globe de feu*, gros comme la tête d'un homme, qui éclata en quatre morceaux près de l'église.

§ 4.

Un coup de foudre endommagea fortement une maison de Darking (Surrey), le 16 juillet 1750. Tous les témoins de l'événement déclarèrent qu'ils avaient vu dans l'air, de *grosses boules de feu* (*large balls of fire*) autour de la maison foudroyée. En arrivant à terre ou sur les toits des maisons, ces boules se partagèrent en un nombre prodigieux de parties qui se dispersèrent dans toutes les directions imaginables.

§ 5.

Dans la relation d'un orage qui, en décembre 1752, fit beaucoup de dégâts près de Ludgvan (Cornouailles), M. Borlase dit qu'on aperçut à plusieurs reprises des *boules de feu* parfaitement distinctes, se précipiter des nuages vers la terre.

[redacted]

dit l'académicien Le Gentil, loin de ressembler aux éclairs ordinaires, n'étaient autre chose que *de très-gros globes de feu* qui paraissaient subitement et disparaissaient de même sans explosion.

§ 8.

Le 20 juin 1772, pendant qu'un orage grondait sur la paroisse de Steeple-Aston (Wiltshire), on vit dans les airs *un globe de feu osciller* pendant assez longtemps au-dessus du village, et se précipiter ensuite verticalement sur les maisons, où il produisit beaucoup de dégâts.

§ 9.

Il serait difficile d'invoquer un meilleur témoignage que celui dont je vais m'appuyer à l'égard d'un phénomène observé le 1er mars 1774, près de Wakefield, et qui me semble devoir être rangé parmi ceux dont nous nous occupons ici.

A la suite d'un violent orage, lorsqu'il ne restait plus dans tout le ciel que deux nuages peu élevés au-dessus de l'horizon, M. Nicholson voyait à chaque instant des *météores*, semblables à ceux qu'on appelle *étoiles filantes*, descendre du nuage supérieur au nuage inférieur.

§ 10.

En septembre 1780, avant le coup de tonnerre qui le renversa et tua deux de ses domestiques, M. James Adair, d'East-Bourn (Sussex), *avait vu plusieurs globes de feu* (*several balls of fire*) tomber d'un gros nuage noir dans la mer.

§ 11.

La foudre qui, le 18 août 1792, tomba sur la maison de M. Haller, à Villers-la-Garenne, avait traversé le village sous la forme d'*un globe de feu*.

§ 12.

Le 14 février 1809, le vaisseau de ligne le *Warren Hastings*, qui peu de jours auparavant avait été lancé à la mer à Portsmouth, fut foudroyé *trois fois* dans un intervalle de temps assez court. Chaque fois la foudre se porta vers les mâts du navire, sous la forme d'*un globe de feu*.

§ 13.

Je lis, dans l'ouvrage d'Howard sur le climat de Londres, qu'en avril 1814, *un globe de feu* s'élança, à Cheltenham, des nuées orageuses sur une meule de foin, et la perça d'outre en outre.

§ 14.

§ 15.

Aux masses globulaires lumineuses parfaitement définies sur toute la circonférence, je puis faire succéder la citation de celles qui, laissant le long de leur chemin des parcelles enflammées, ont quelque ressemblance avec les fusées de nos feux d'artifice.

Ainsi, Schübler, dont le nom est si bien connu des météorologistes, fait mention d'éclairs, observés par lui-même, qui offraient l'apparence d'un courant de feu gros comme le bras, terminé par une *boule* plus large et plus brillante.

Kaemtz, m'assure-t-on, a vu diverses fois le même phénomène[1].

§ 16.

Les citations qui précèdent appartiennent toutes à des phénomènes observés en plein air. Elles pourraient être beaucoup plus nombreuses si je suivais la foudre dans les édifices, car c'est alors qu'on la voit prendre plus ordinairement la forme d'un globe de lumière; je me bornerai toutefois à quelques faits dont l'authenticité ne paraît pas douteuse.

Peu de temps après l'entrée de Philippe V à Madrid, la foudre tomba sur le palais. Les personnes réunies en ce moment dans la chapelle royale, y virent entrer deux *boules* de feu. L'une de ces boules se subdivisa en plu-

1. Le professeur Muncke rapporte qu'un éclair descendant verticalement, qui paraissait avoir une soixantaine de mètres de long, transforma sous ses yeux en un grand nombre de petites boules.

sieurs autres qui, avant de se dissiper, *bondirent* à plusieurs reprises comme des balles élastiques.

Le 7 octobre 1711, un volumineux *globe de feu* tomba, pendant un orage, au milieu des habitants de Sampford-Courtney (Devonshire), qui se tenaient sous le porche de l'église. Au même moment, quatre pareils globes, mais gros comme le poing seulement, éclataient dans l'église même et la remplissaient de feu et d'une fumée sulfureuse. Un des pinacles de la tour fut rasé du même coup.

§ 17.

Le jour même (1772) où, pendant un orage, on observait au-dessus de Steeple-Aston le globe de feu oscillant dont il a été question plus haut (§ 8), les révérends MM. Wainhouse et Pitcairn, qui se trouvaient dans une pièce du presbytère, virent tout à coup apparaître à la hauteur de leur figure et à environ un pied de distance, *un globe de feu* de la grosseur du poing. Ce globe était entouré d'une fumée noire. En éclatant, il fit un bruit comparable à celui d'un grand nombre de pièces de canon qui partiraient à la fois. Une vapeur fortement sulfureuse se répandit aussitôt après dans toute la maison; M. Pitcairn était dangereusement blessé. Son corps, ses habits, ses souliers, sa montre, présentaient tous les signes qu'amène un coup de foudre ordinaire. Des lumières de différentes couleurs remplissaient l'appartement et éprouvaient les plus vifs mouvements d'oscillation.

(Je dois dire, quoique cette circonstance ait peu de liaison avec l'objet de ce chapitre, que M. Pitcairn pré-

tendit avoir vu le globe de feu dans l'appartement, une ou deux secondes *après* qu'il s'était senti foudroyé.)

§ 18.

Le graveur Solokoff déclara que l'éclair sous l'action duquel périt le physicien Richmann, en 1752, avait la forme d'*un globe*.

§ 19.

En 1809, le tonnerre s'introduisit, par la cheminée, dans la maison de M. David Sutton, à Newcastle-sur-Tyne. Après l'explosion, plusieurs personnes virent par terre, à la porte même du salon où elles se trouvaient réunies, un *globe de feu* immobile; ce globe s'avança ensuite jusqu'au milieu du salon, se divisa en plusieurs fragments qui eux-mêmes firent explosion comme les étoiles d'une fusée.

§ 20.

En cherchant, plus tard, l'explication de la forme sphéroïdale que la matière de la foudre affecte dans certaines circonstances, nous aurons probablement à nous demander si cette forme s'engendre jamais sur la mer. Pour répondre d'avance à cette question, je dirai que le 13 juillet 1798, le navire le *Good-Hope* de la Compagnie des Indes, se trouvant par 35° 40′ de latitude sud et 42° de longitude orientale, fut frappé par un *éclair globulaire* (*lightning of globular form*) qui produisit la plus violente détonation, tua raide un matelot et en blessa grièvement un autre.

CHAPITRE VII.

ÉCLAIRS EN BOULE.

Lorsqu'en 1837, je fus amené, en rédigeant pour l'annuaire du bureau des Longitudes une Notice sur la foudre, à signaler les éclairs ou tonnerres en boule, si remarquables en outre par la lenteur de leur mouvement, je ne pouvais citer à l'appui de cette distinction qu'un très-petit nombre de cas bien constatés, et qui sont réunis dans le chapitre précédent. Depuis, les choses ont bien changé, l'attention ayant été appelée sur cette forme extraordinaire du météore : j'ai reçu des relations circonstanciées entre lesquelles je n'éprouverai plus que l'embarras du choix.

Rappelons d'abord trois faits déjà cités en 1837 et qui, en y réfléchissant, me semblent pouvoir être rangés dans la classe des phénomènes dont il doit être question dans ce chapitre.

§ 1er.

Dans une lettre à Vallisnieri, en date du 10 septembre 1713, Maffei rapporte, en effet, que s'étant arrêté peu de temps auparavant au château de Fosdinovo, sur le territoire de Massa-Carara, pendant un orage et une pluie en quelque sorte diluviale, il fut reçu par la maîtresse du château dans une salle du rez-de-chaussée ; que, là, lui et le marquis de Malaspina virent subitement apparaître à la *surface du pavé*, un feu (*un fuoco*) très-vif, d'une lumière en partie blanche et en partie azurée ; que ce feu semblait fortement agité, mais sans mouvement progres-

sif; qu'il se dissipa comme il était né, je veux dire tout à coup, mais après avoir acquis un grand volume.

A ce dernier moment, Maffei sentit derrière son épaule, de bas en haut, un chatouillement particulier; des plâtras détachés de la voûte de la salle tombèrent sur sa tête; enfin, il entendit un craquement, un bruit, qui était différent, toutefois, du roulement habituel de la foudre.

Refuse-t-on de ranger le météore lumineux et l'explosion de Fosdinovo parmi les phénomènes de la foudre? Maffei dira, dans une lettre à Apostolo Zeno, que le 26 juillet 1731 le coup de foudre qui se manifesta à Casalaone par un bruit comparable à celui d'une canonnade, qui frappa la tour principale, qui en détacha l'écusson portant les armes de la ville, qui fit tomber aussi un certain nombre de moulures en pierres, etc., avait été *précédé*, sur la place, de l'apparition d'un grand feu (*gran fuoco*) à une très-petite distance du sol. Ce fait n'avait pas eu pour témoin un homme de science connu : il n'était appuyé que du témoignage des habitants de la place de Casalaone. Maffei n'a donc garde d'oublier que l'abbé Girolamo Lioni da Ceneda dit avoir vu lui-même, près de Venise, à deux coudées de terre, une flamme d'une extrême vivacité s'élever, disparaître, et qu'immédiatement après on entendit un bruit épouvantable.

Passons à une observation de l'auteur de l'*Histoire naturelle de l'air et des météores*, qui n'est pas moins circonstanciée que celle de Maffei :

« Le 2 juillet 1750, me trouvant à trois heures après midi, pendant un orage, dans l'église Saint-Michel de Dijon, je vis tout à coup, dit l'abbé Richard, paraître

entre les deux premiers piliers de la grande nef, une flamme d'un rouge assez ardent qui se soutenait en l'air à trois pieds (un mètre) du pavé de l'église. Cette flamme s'éleva ensuite à la hauteur de douze à quinze pieds (4 à 5 mètres) en augmentant de volume. Après avoir parcouru quelques toises en continuant de s'élever en diagonale, à la hauteur à peu près du buffet de l'orgue, elle finit, en se dilatant, par un bruit semblable à celui d'un canon que l'on aurait tiré dans l'église même. » (*Histoire naturelle de l'air et des météores*, t. VIII, p. 291.)

§ 2.

M. Cusarens m'écrit que, pendant un violent orage qui éclata dans le mois de septembre 1823, il vit un tonnerre en boule aller frapper un arbre et produire les phénomènes ordinaires de la foudre, sans oublier l'odeur qui accompagne ordinairement les explosions du météore.

§ 3.

M. Steinmein, dans une lettre qu'il m'a adressée, me communique une observation, faite à Altona en 1826, d'un coup de tonnerre en boule. Voici sa relation :

« C'était, je crois, en 1826 qu'un coup de foudre éclata sur la maison d'un de mes amis et collègues, à Altona, où je pratiquais alors la médecine ; la maison est située sur une hauteur d'environ 30 à 40 mètres au-dessus du niveau de l'Elbe. Mon ami, le docteur Van der Smissen, se promenait dans son salon, lorsqu'un coup de foudre se fit entendre ; au moment même, une masse ignée apparut sur le plancher de la chambre, courut en forme de balle

ovale de la dimension d'un œuf de poule, près de la muraille le long de la planche, qui avait un enduit de vernis, comme c'est l'ordinaire dans notre ville. La balle courait vers la porte avec la vitesse d'une souris : là, éclatant de nouveau, elle sauta sur la rampe de l'escalier conduisant au rez-de-chaussée, et disparut sans traces de destruction, comme elle était venue. »

§ 4.

Voici une description d'un tonnerre en boule que j'ai reçue de M. Hapouèle, propriétaire instruit du département de la Moselle :

« Vers les deux heures d'une journée de l'été de 1837, que je ne puis préciser, j'étais devant la porte de mes écuries, abritée par un avant-toit, ayant devant moi, à une certaine distance, une maison d'habitation dont la porte était ouverte. Entre ce bâtiment et la place que j'occupais, il y avait une vaste mare de fumier.

« Tout à coup, et par un épouvantable éclat de tonnerre, je vis descendre, dans une direction un peu oblique et vers le milieu du tas de fumier, à 12 mètres de moi, une boule lumineuse de la grosseur d'une belle orange. Je croyais la voir pénétrer dans le fumier; mais, arrivée à un mètre de distance, elle prit une direction parfaitement horizontale parallèle au sol et vers la porte qui venait d'être fermée à l'instant par ma femme.

« Arrivée à 15 mètres de la maison, la boule électrique, reprenant la même obliquité qu'elle avait en descendant, remonta vers les nuages en passant à un demi-mètre de

la corniche voisine du toit; à 50 mètres de hauteur, je la perdis de vue. »

§ 5.

M. Butti, peintre de *marine* de l'impératrice d'Autriche, m'a adressé de Trieste la communication suivante:

« Dans l'année 1841, et, si ma mémoire ne me trompe, au mois de juin, j'étais à Milan, logé au second, dans l'hôtel de l'Agnello, dans une chambre qui donnait sur la Corsia dei Servi. C'était dans l'après-midi, vers six heures; la pluie tombait à torrents, les éclairs illuminaient les pièces les plus sombres, mieux que ne fait le gaz chez nous. Le tonnerre éclatait de temps en temps avec un bruit épouvantable. Les fenêtres des maisons étaient fermées, la rue était déserte, car, comme j'ai dit, la pluie tombait à verse et la voie publique était convertie en un torrent. J'étais assis tranquillement, fumant mon cigare et regardant de loin par ma fenêtre ouverte la pluie qui, illuminée de temps en temps par le soleil, se dessinait en fils d'or, lorsque j'entendis dans la rue plusieurs voix

[redacted]

« Huit ou dix personnes du peuple, continuant à crier : *Guarda, guarda,* les yeux fixés sur le météore, l'accompagnaient en marchant dans la rue d'un pas que les soldats nomment le pas accéléré. Le météore passa tranquillement devant ma fenêtre, et m'obligea à tourner la tête du côté gauche pour voir comment finirait son caprice. Après un moment, craignant de le perdre de vue derrière les maisons qui sortaient de la ligne de celle dans laquelle j'étais logé, je descendis en hâte dans la rue, et j'arrivai encore à temps pour le voir et me joindre aux curieux qui le suivaient. Il marchait toujours aussi lentement; mais il s'était élevé, car j'ai déjà dit qu'il allait obliquement ; de manière que, après trois minutes encore de marche toujours montante, il alla heurter la croix du clocher de l'église *dei Servi*, et disparut. Sa disparition fut accompagnée d'un bruit sourd comme celui que peut faire un canon de 36 ouï à la distance de 25 kilomètres avec un vent favorable.

« Pour donner une idée de la grandeur de ce globe igné, de sa couleur, je ne puis que le comparer à la lune, telle qu'on la voit se lever sur les Alpes, pendant les mois d'hiver et par une nuit claire, comme je me rappelle l'avoir vue quelquefois à Inspruck, dans le Tyrol, c'est-à-dire, d'un jaune rougeâtre, avec quelques taches plus rouges encore. La différence est qu'on ne voyait pas des contours précis dans le météore, comme on les voit dans la lune ; mais qu'il semblait enveloppé dans une atmosphère de lumière dont on ne pouvait pas marquer la limite précise. »

§ 6.

M. Babinet a communiqué à l'Académie des sciences, le 5 juillet 1852, la Note suivante :

« L'objet de cette note est de mettre sous les yeux de l'Académie un des cas de foudre globulaire que l'Académie m'avait chargé de constater il y a quelques années (le 2 juin 1843), et qui avait frappé non en arrivant, mais en se retirant, pour ainsi dire, une maison située rue Saint-Jacques, dans le voisinage du Val-de-Grâce. Voici, en peu de mots, le récit de l'ouvrier dans la chambre duquel le tonnerre en boule descendit pour remonter ensuite. Après un assez fort coup de tonnerre, mais non immédiatement après, cet ouvrier, dont la profession est celle de tailleur, étant assis à côté de sa table et finissant de prendre son repas, vit tout à coup le châssis garni de papier qui fermait la cheminée s'abattre comme renversé par un coup de vent assez modéré, et un globe de feu gros comme la tête d'un enfant sortir tout doucement de [redacted]

tous exécutés, suivant lui, très-doucement, il évita le contact du météore. Celui-ci paraît être resté plusieurs secondes autour des pieds de l'ouvrier assis qui l'examinait attentivement, penché en avant et au-dessus. Après avoir essayé quelques excursions en divers sens, sans cependant quitter le milieu de la chambre, le globe de feu s'éleva verticalement à la hauteur de la tête de l'ouvrier, qui, pour éviter d'être touché au visage, et en même temps pour suivre des yeux le météore, se redressa en se renversant en arrière sur sa chaise. Arrivé à la hauteur d'environ un mètre au-dessus du pavé, le globe de feu s'allongea un peu et se dirigea obliquement vers un trou percé dans la cheminée, environ à un mètre au-dessus de la tablette supérieure de cette cheminée.

« Ce trou avait été fait pour laisser passer le tuyau d'un poêle qui, pendant l'hiver, avait servi à l'ouvrier. Mais, suivant l'expression de ce dernier, le tonnerre ne pouvait le voir, car il était fermé par du papier qui avait été collé dessus. Le globe de feu alla droit à ce trou, en décolla le papier sans l'endommager, et remonta dans la cheminée; alors, suivant le dire du témoin, après avoir pris le temps de remonter le long de la cheminée, *du train dont il allait*, c'est-à-dire assez lentement, le globe, arrivé au haut de la cheminée, qui était au moins à 20 mètres du sol de la cour, produisit une explosion épouvantable, qui détruisit une partie du faîte de la cheminée et en projeta les débris dans la cour; les toitures de plusieurs petites constructions furent enfoncées, mais il n'y eut heureusement aucun accident. Le logement du tailleur était au troisième étage, et n'était pas à la moitié de

la hauteur de la maison; les étages inférieurs ne furent pas visités par la foudre, et les mouvements du globe lumineux furent toujours lents et non saccadés. Son éclat n'était point éblouissant et il ne répandait aucune chaleur sensible. Ce globe ne paraît pas avoir eu la tendance à suivre les corps conducteurs et à céder aux courants d'air. »

§ 7.

Madame Espert m'a adressé, en juillet 852, la lettre suivante :

« Un feuilleton de *la Presse*, écrit dernièrement par M. Meunier, sur les effets du tonnerre en boule, m'engage à vous transmettre la relation d'un phénomène météorologique de ce genre dont j'ai été témoin.

« Je demeure cité Odiot, n° 1, au second étage, d'où j'ai la vue sur les terrains Beaujon.

« C'était au mois de juin 1849, le 16, je crois, un vendredi, à six heures trente minutes du soir, le jour même où le choléra sévissait le plus fortement à Paris.

[redacted]

penser que je me trompais, et pendant que mon esprit cherchait à deviner ce que cela pouvait être, je vis le feu prendre au bas de ce globe, suspendu à une hauteur de 5 à 7 mètres au-dessus de l'arbre. On aurait dit du papier qui brûlait doucement avec de petiles étincelles et flammèches; puis, quand l'ouverture fut grande comme deux ou trois fois la main, tout à coup une détonation effroyable fit éclater toute l'enveloppe et sortir de cette machine infernale une douzaine de rayons de foudre en zigzag, qui allèrent de tous côtés, et dont l'un vint frapper une des maisons de la cité, le n° 4, où il fit un trou dans le mur, comme l'aurait fait un boulet de canon : ce trou existe encore; enfin, un reste de matière électrique se mit à brûler avec une flamme blanche, vive et brillante, et à tourner comme un soleil de feu d'artifice.

« Ce phénomène dura plus d'une minute. C'était un si beau spectacle, que je n'eus pas même l'idée du danger ni de la peur; je ne pouvais que m'écrier : Que c'est beau! que c'est beau!...

« Cependant la détonation avait été si forte, qu'elle avait renversé trois hommes dans la rue et jeté une vive émotion dans la cité et le quartier, comme vous pouvez croire. Ma cuisinière fut presque asphyxiée par un rayon de foudre qui passa devant sa fenêtre. La concierge laissa tomber un plat qu'elle tenait à la main, ne pouvant dire si c'était la peur ou la commotion d'un autre rayon de foudre qui descendit le grand escalier de la rue, sur le palier duquel elle se trouvait. Un autre rayon de foudre alla dans la pension de madame Loiseau, rue Neuve de Berry, où il blessa une des institutrices; et les habitants

du n° 4 se précipitèrent tout effrayés dans la cour, mais sans blessures.

« Paris retentit du bruit affreux de ce terrible coup de tonnerre ; mais peut-être suis-je la seule personne qui ait vu, par hasard, le phénomène qui se produisit ; et je ne donnerais pas pour beaucoup de n'avoir pas été témoin d'un aussi admirable et merveilleux spectacle ! »

§ 8.

A la station de Beuzeville, sur le chemin de fer de Paris au Havre, pendant un orage qui eut lieu le 17 mai 1852, à cinq heures du soir, on a observé des faits très-curieux d'un éclair en boule que je dois expliquer ici d'après une lettre de M. de Lalande, écrite sur le récit de M. Maillot, chef de la station :

« Après avoir laissé ma femme en mon lieu et place au poste du télégraphe, j'étais allé de l'autre côté de la voie montante, auprès du hangar des marchandises, pour hâter le chargement d'un wagon de plâtre qui devait être

[redacted]

en même temps tombait dans le cimetière de Beuzeville, comme nous l'apprîmes plus tard, ce qui me porterait à croire que l'espèce de zigzag qui semblait pousser vers nous le globe lumineux n'était autre que la foudre. L'orage alla s'abattre ensuite avec plus de violence sur Criquetot-lez-Neval, où la grêle causa de grands dégâts. »

§ 9.

Je placerai encore ici un double cas de foudre observé par M. Al. Meunier, chef de bureau au ministère de l'intérieur, et qui se trouve dans une lettre adressée à M. Jamin, que ce physicien a bien voulu me communiquer :

« C'était dans le mois de juin 1852, je longeais la rue Montholon entre onze heures et onze heures trente minutes du soir, lorsque la foudre éclata avec une violence peu ordinaire à Paris. J'y fis d'abord peu d'attention et je continuai ma route; mais, vers le milieu de la rue, un éclair immense brilla tout à coup, et fut suivi presque instantanément d'un coup de tonnerre semblable à une décharge d'artillerie. Il me sembla voir une bombe énorme lancée avec violence, qui éclatait avec fraças au milieu de la voie publique. Dans le moment, cette espèce de globe qui s'avançait me fit l'effet de la lune se détachant du ciel. C'était à peu près la même dimension, et je dirai presque la même couleur. Ce coup ne ralentit pas ma marche, car je me rappelai ce qu'on dit, que lorsqu'on a vu l'éclair on n'a plus rien à craindre. Je me contentai d'enfoncer mon chapeau, que le vent ou la commotion produite par la décharge électrique avait rejeté en arrière, et je continuai sans accident jusqu'au

delà de la place Cadet. Au moment où je posais le pied sur le trottoir, je vis s'avancer un peu obliquement un nouveau globe de feu, semblable au premier, mais qui avait de plus, à la partie supérieure, une espèce de flamme rouge, qu'on peut comparer à la mèche d'une bombe, quoique un peu plus grosse. Ce globe, qui n'avait pas été précédé d'un éclair, au moins pour moi, descendit avec une effrayante rapidité, éclata dans la rue avec un bruit tel, que je n'ai jamais rien entendu de semblable, me donna une violente secousse sur le côté droit, et si violente, que je fus jeté contre la muraille. Le coup ne me parut sans doute si bruyant que parce que je me trouvais en position de le parfaitement entendre; mais ce qui m'a surtout paru remarquable, c'est la forme sphérique du tonnerre. Mes souvenirs, à cet égard, sont des plus précis. Quant à l'accident en lui-même, il n'eut pas de suite bien fâcheuse : j'en fus quitte pour être une quinzaine de jours sans pouvoir digérer. J'ajouterai, en terminant, que ce coup de tonnerre termina l'orage, et que, le len- [redacted]

qui visitait cette église le 1er mai 1700, vit se former vers *la moitié de la hauteur* de la montagne, des nuages très-épais et très-noirs, qui furent bientôt le foyer d'un grand orage. Le ciel continua à rester très-serein au sommet; le soleil y brillait du plus vif éclat. Chacun pouvait donc se croire en parfaite sûreté dans l'église, et cependant *la foudre partie du nuage inférieur* y alla tuer sept personnes à côté du docteur Werloschnigg.

CHAPITRE IX.

QUELLE EST LA DURÉE D'UN ÉCLAIR DE LA PREMIÈRE OU DE LA SECONDE CLASSE?

Cette question a plus d'importance qu'on ne l'imaginerait au premier coup d'œil. Sa solution, toute récente, repose sur des considérations assez délicates. Elles sont, du reste, empruntées en partie à un jeu d'enfant, je veux dire à cette expérience que chacun a faite ou a vu faire, et qui consiste à produire un *ruban continu de lumière*, par le mouvement rapide d'un petit charbon enflammé.

Supposons que le charbon décrive une circonférence de cercle et qu'il emploie, à faire le tour entier, *un dixième* de seconde seulement. Alors, L'EXPÉRIENCE L'A MONTRÉ, on voit une circonférence de lumière, dans laquelle l'œil le plus attentif ne découvre aucune lacune, aucune solution de continuité. On dirait que le charbon occupe simultanément tous les points de la courbe, et ces points, cependant, il les atteint dans sa marche l'un après l'autre, et il s'écoule *un dixième* de seconde entre le

moment où il quitte l'un d'eux et le moment où il y revient.

Une conséquence importante découle de cette expérience. Elle deviendra évidente si, pour un instant, on veut bien concentrer son attention sur un seul point : sur le point le plus élevé, par exemple, de la circonférence de cercle que le charbon parcourt.

Quand le charbon enflammé occupe ce point le plus élevé, les rayons de lumière qui en émanent forment son image dans l'œil de l'observateur, sur une certaine partie de la rétine. Dès que le charbon tourne, cette image doit également tourner, et cela arrive en effet, puisque le charbon se voit toujours dans sa véritable position. La première image semblerait devoir s'évanouir en même temps, la cause qui l'engendrait ayant sinon disparu, du moins changé de lieu : loin de là, le charbon a le temps de faire un tour entier, de revenir à sa première place, de reproduire dans l'œil l'image du point le plus élevé de la courbe, avant que la sensation résultant de son pre-

[redacted]

nants placés en ligne droite, les uns à la suite des autres, entre le premier point et le centre de *rotation*, tournent simultanément avec la même vitesse, ils donneront naissance à deux, à trois, à dix, à cent circonférences de cercle lumineuses et concentriques. Enfin, chacun comprendra que si ces divers points rayonnants mobiles sont contigus, que s'ils se touchent, que s'ils sont assez nombreux pour former dans l'état de repos une ligne de lumière continue entre le premier point et le centre de rotation, les circonférences qu'ils engendreront en tournant se toucheront aussi, et qu'aux deux, trois, dix, cent circonférences de cercle *séparées* de la précédente expérience, succédera une *surface circulaire entièrement éclairée.*

Il en est, comme on voit, de cette expérience, comme de celle que nous faisions avec des points isolés : *une ligne* lumineuse qui tourne autour d'une de ses extrémités, engendre *une surface de lumière circulaire*, quand elle revient à chacune de ses positions successives avant que se soit effacée chacune des images qu'elle avait produites dans l'œil pendant une première révolution, c'est-à-dire quand la ligne décrit la circonférence entière en *un dixième* de seconde.

Au lieu d'une seule ligne lumineuse mobile, supposons maintenant qu'il y ait quatre lignes éclairées, toutes semblables quant à l'intensité, placées rectangulairement entre elles, ou de manière qu'elles partagent la circonférence en quatre parties égales. La vitesse de rotation de l'appareil n'aura plus besoin d'être d'un tour complet par *dixième* de seconde ; une vitesse *quatre fois moindre*, une

vitesse d'un tour par *quatre dixièmes* de seconde suffira à la production d'une surface circulaire qui semblera de même entièrement lumineuse.

Que faut-il, en effet, pour cette continuité d'éclat? Il faut qu'aucun point du cercle ne soit privé *de lumière réelle* pendant plus d'un dixième de seconde. Eh bien, arrêtons-nous par la pensée au moment où une des quatre lignes lumineuses est verticale. La ligne qui la suit deviendra verticale à son tour dans le quart du temps que consomme une révolution complète, dans le quart de quatre dixièmes ou dans un dixième de seconde. La troisième ligne rotative succédera de même à la seconde, dans la verticale, après un dixième de seconde, etc., etc. Ainsi, lorsque dans l'œil l'*image* verticale de la première ligne allait s'évanouir, la seconde des quatre lignes lumineuses rectangulaires de l'appareil rotatif vient la renouveler; lorsque l'*image* verticale de cette seconde ligne atteint le terme de sa durée, la troisième ligne en occupe la place; la quatrième ligne, à son tour, se trouve dans la verticale au moment où l'image de la troisième commençait à s'effacer; la première ligne, enfin, va, à point nommé, reprendre la position où d'abord nous l'avions supposée, pour remplir de sa lumière la verticale que la disparition de l'image de la quatrième ligne aurait laissée obscure.

Je viens de montrer en détail, avec trop de détails peut-être, comment quatre lignes lumineuses, placées rectangulairement et décrivant un cercle autour de leur point d'intersection en quatre dixièmes de seconde, éclairent d'une lumière en apparence continue le rayon vertical de

ce cercle. Tout le monde remarquera que les mêmes raisonnements se seraient appliqués à un rayon horizontal ou à un rayon incliné ; le mode de production de surfaces lumineuses, par la rotation de simples lignes, est donc suffisamment expliqué.

En résumé :

Une ligne *lumineuse* engendre, en apparence, une surface circulaire de lumière, *quand elle tourne assez vite autour d'une de ses extrémités, pour décrire la circonférence entière en un dixième de seconde de temps.*

Ceci est un point de fait, lié à la conformation, à la sensibilité de l'œil humain. Les choses sont ainsi, mais elles auraient pu être autrement : l'expérience seule devait faire connaître la vérité.

La vérité expérimentale une fois établie ; un *dixième de seconde* par tour étant, dans la rotation d'UNE ligne, la moindre vitesse indispensable à la production d'une aire circulaire de lumière continue, il en résulte nécessairement, mathématiquement, que les moindres vitesses de rotation avec lesquelles dix, cent, deux cents lignes également espacées entre elles produiront le même effet en tournant autour de leur commune intersection, seront dix fois, cent fois, deux cents fois moindres que dans le cas d'une ligne unique, c'est-à-dire qu'elles correspondront à une seconde, à dix ou à vingt secondes par tour entier.

Rien, dans tous nos raisonnements, n'implique que les lignes rotatives brillent d'une lumière propre. On doit donc s'attendre à observer des phénomènes identiques, soit qu'on fasse tourner des lignes lumineuses par elles-mêmes, ou des lignes lumineuses par réflexion ; il faut

seulement, dans ce dernier cas, que les lignes soient d'une telle nature, d'une telle forme, ou tellement disposées relativement à la lumière éclairante, que l'œil puisse les apercevoir *également* dans toutes les positions qu'elles prennent en tournant. Tels seraient, par exemple, *les rais plats et non polis* d'une roue en argent mat; *les rais plats et non polis* d'une roue de quelque nature qu'elle fût, couverts d'une couche de blanc de céruse, etc., les uns et les autres éclairés de face par un réverbère, par une lampe à double courant d'air, ou même par une simple bougie. Les rais n'étant pas polis, ne feraient l'office de miroir dans aucune de leurs positions. On les verrait seulement par cette sorte de lumière que les corps éclairés s'assimilent pour nous la restituer *dans tous les sens*, ou à l'état de lumière diffuse : le vermillon, avec une teinte rouge prononcée; le laiton, avec une nuance jaune évidente; l'argent mat et le blanc de céruse, avec une blancheur parfaite, etc. Un rais d'argent mat, tournant autour d'une de ses extrémités en un dixième de seconde, engendrera une surface circulaire blanche; quatre, dix, cent rais de la même matière, également espacés, produiront le même effet, s'ils tournent, respectivement en 0.4 de seconde, en 1 seconde, en 10 secondes.

Tenons-nous, un moment, à ce dernier cas : à celui où cent rais minces de métal, formant entre eux des angles égaux, donnent naissance, pour l'œil, à une surface de lumière circulaire. Cet effet commence à se manifester quand la vitesse de rotation est d'un tour par dix secondes. Une vitesse moindre ne suffirait pas; mais toute vitesse plus grande, quelque grande qu'elle fût, condui-

rait mieux encore, s'il est possible, au même résultat.

Dans le nombre infini de vitesses plus grandes que la vitesse qui est strictement nécessaire pour que les rais tournants paraissent être une surface continue, faisons un choix, afin de fixer les idées. Supposons que nos cent rais fassent un tour entier en un dixième de seconde, ce qui est une vitesse très-facile à obtenir, chaque rais emploiera alors le centième de cette quantité, ou un millième de seconde, pour aller d'une quelconque de ses positions à celle qu'occupe au même moment le rais précédent.

Retenons bien ce nombre (*un millième de seconde*), et introduisons dans notre expérience une dernière condition. Supposons que la lumière qui éclaire les cent rais de la roue tournante, que la lumière sans la présence de laquelle ces rais ne se verraient pas, puisqu'ils ne sont point lumineux par eux-mêmes, ne brille pas d'une manière continue. Admettons que tournant toujours uniformément dans l'obscurité, avec la vitesse convenue d'un tour à chaque dixième de seconde, la roue soit éclairée par une lumière qui ne se montre qu'un instant. Eh bien, c'est la longueur de cet instant, c'est la durée de l'apparition de la lumière éclairante, qui déterminera si la roue éclairée apparaîtra sous la forme d'une roue véritable ayant du centre à la circonférence des pleins et des vides, des secteurs brillants et des secteurs obscurs, ou sous la forme d'une surface continue également lumineuse partout.

Mettons, d'abord, que la lumière ne frappe la roue tournante qu'un instant *infiniment court*. Cette lumière ne saisira, n'éclairera les divers rais que *dans une seule*

de leurs positions. Chaque rais, sur cette position *unique* et spéciale, produira dans l'œil une image dont nous avons expérimentalement fixé la durée à *un dixième de seconde.* La roue tournante sera donc aperçue pendant un dixième de seconde sous sa véritable forme, et comme si elle était immobile.

Passons à une autre supposition que j'appellerai *extrême* (cette expression sera bientôt justifiée). Admettons que la lumière éclairante *ait duré un millième* de seconde.

Un *millième* de seconde est, par hypothèse, le temps que chaque rais emploie à passer d'une de ses positions à celle qu'occupe *au même moment* le rais qui le précède. Dans ce court intervalle de temps, il n'y aura donc pas à l'intérieur de la roue tournante une seule *ligne idéale* allant du centre à la circonférence ; il n'y aura pas *un seul rayon* (c'est le terme géométrique) qui, chacun à son tour, ne soit occupé par l'un ou par l'autre des rais matériels ; il n'y aura pas une de ces mille et mille positions, où les rais ne reçoivent l'action de la lumière éclairante, où ils ne doivent aller former une image dans l'œil. Ces images, qu'on se le rappelle bien, durent un dixième de seconde, c'est-à-dire cent fois plus de temps qu'il n'en faut pour que *tous les rayons géométriques* de la roue aient lancé une ligne lumineuse à l'observateur. Ainsi, dans un certain moment, toutes les lignes lumineuses en question se verront simultanément ; ainsi, la roue, quoiqu'elle se compose de vide et de plein, paraîtra une surface continue, éclairée sur tous ses points.

Si maintenant on essayait d'appliquer les mêmes con-

sidérations, au cas où la durée de la lumière serait moindre que le temps dont chaque rais a besoin pour se transporter, en tournant autour du centre de la roue, d'une de ses positions à celle qu'occupe au même moment le rais qui le précède, chacun verrait, sans difficulté, combien les résultats de l'expérience devraient être différents. Mettons, par exemple, que la durée de l'apparition de la lumière ne s'élève qu'à la moitié de la précédente; qu'elle ne soit que *d'un* DEMI-*millième de seconde*.

En *un* DEMI-*millième* de seconde, chaque rais matériel parcourt seulement la moitié de l'intervalle angulaire compris entre une de ses positions et la position simultanée du rais qui le précède. Quand la lumière se montre, chaque rais mobile est saisi, est éclairé dans une de ses positions; quand elle disparaît, chaque rais n'est encore parvenu qu'à la moitié de la course qu'il avait à parcourir pour atteindre la position du rais précédent. A l'instant *mathématique* du surgissement de la lumière, tous les rais comprenaient entre eux certains secteurs. Eh bien, il y a précisément *la moitié* de chacun de ces secteurs dans laquelle aucun rais n'a pénétré pendant la durée que nous venons d'assigner à l'apparition de la lumière. Tous ces espaces, vides de matière, n'ont pu réfléchir vers l'observateur aucun rayon de la lumière éclairante; conséquemment, la roue a dû paraître composée de la réunion d'une série de secteurs alternativement obscurs et lumineux.

Ceux qui n'ignoraient pas que la sensation engendrée dans l'œil par l'action d'une lumière quelconque dure

encore un peu de temps après que la lumière a réellement disparu, devaient, ne fût-ce qu'à raison de cette circonstance, ne pas trop espérer une solution exacte de la question posée en tête de ce long chapitre ; et cependant, en définitive, l'obstacle apparent est devenu lui-même le moyen d'investigation ; et nous sommes arrivés à opérer sur de simples millièmes de seconde mieux qu'on ne pourrait vraiment le faire, par les moyens habituels, sur les secondes entières. Qu'on réfléchisse un moment aux détails de l'expérience, et mon assertion ne paraîtra pas exagérée.

Je veux savoir la durée de chacun des éclairs qui sillonnent le ciel pendant une nuit obscure. En face de la région où existe l'orage, j'établis une roue en métal portant cent rais déliés. Un mouvement d'horlogerie lui donne la vitesse continue et régulière de dix tours par seconde de temps, ou d'un tour entier par dixième de seconde. Je me place en observation entre la roue et les nuées orageuses, de manière cependant à ne pas empêcher la lumière des éclairs d'arriver librement à la roue tournante.

[redacted]

aura semblé être *un cercle, plein de lumière du centre à la circonférence.*

A des durées de l'éclair d'*un demi-millième de seconde*, d'*un tiers*, d'*un quart*, d'*un cinquième*, etc., *de millième de seconde*, correspondront des apparences circulaires où il y aura respectivement *un demi, deux tiers, trois quarts, quatre cinquièmes de la surface totale du cercle*, complétement privés de lumière.

En faisant la roue tournante de plus en plus grande, l'échelle superficielle des mesures deviendra tout aussi étendue, tout aussi appréciable qu'on le désirera. Ajoutons qu'en variant la vitesse de rotation, on peut même se soustraire à la nécessité d'*évaluer à l'œil* le rapport de la partie éclairée à la partie obscure; qu'on peut tout réduire à la détermination de la vitesse sous laquelle le cercle paraît entièrement éclairé. Si une vitesse de la roue d'un dixième de seconde par tour, ne donne pas lieu à un cercle *continu* de lumière, on augmente graduellement cette vitesse, de manière qu'enfin le cercle continu apparaisse. Si cet effet ne commence à se réaliser qu'au moment où la vitesse de la roue est d'un tour par *un demi* ou par *un tiers de dixième de seconde*, ce sera la preuve que l'éclair n'aura eu qu'une durée d'un *demi* ou d'un *tiers de millième de seconde*, et ainsi de même pour tous les autres nombres qu'on pourrait trouver.

Parvenus au terme de cette longue et minutieuse explication, disons qu'après avoir multiplié autant que possible les rais de la roue; qu'après avoir eu recours aux plus grandes vitesses qu'on puisse déduire avec sûreté et uniformité de l'emploi des engrenages, la roue tournante

présentée, dans des temps d'orage, aux éclairs de la première ou de la seconde classe, n'a jamais paru une surface continue; que ses rais se voyaient aussi nettement, aussi distinctement que si la roue était en repos; qu'ils ne paraissaient aucunement élargis. Nous resterons fort en deçà de la conséquence que cette expérience autoriserait, en nous bornant à dire que les éclairs les plus brillants, les plus étendus de la première et de la seconde classe, même ceux qui paraissent développer leurs feux sur toute l'étendue de l'horizon visible, n'ont pas une durée égale *à la millième partie d'une seconde de temps*[1].

CHAPITRE X.

DES NUAGES ORAGEUX SONT-ILS JAMAIS LUMINEUX D'UNE MANIÈRE CONTINUE?

L'obligation que je m'étais imposée en commençant à écrire l'histoire du tonnerre, de consulter tous les Mémoires où je soupçonnerais qu'il serait question du météore, quelque obscurs, quelque dédaignés que ces mémoires pussent être, m'a conduit à exhumer un fait dont il y a vraiment lieu de s'étonner qu'on n'ait pas mieux apprécié l'importance. Ce fait, le titre du chapitre l'indique assez, c'est l'*émission*, non pas intermittente, *mais l'émission*

1. M. Wheatstone, à qui l'on doit les ingénieuses expériences dont e viens de rendre compte, est parvenu à l'aide d'une modification très-importante de son bel appareil, à constater que l'étincelle électrique de nos machines, ne dure pas la millionième partie d'une seconde. On doit vivement désirer que ces nouveaux moyens d'investigation soient appliqués avec persévérance à l'étude des éclairs. De grandes découvertes en seront probablement le fruit.

CONTINUE *de lumière à la surface de certains nuages;* ce fait, je le trouve consigné de la manière la plus nette, à la date du 15 août 1781, dans un mémoire de Rozier, et à celle du 30 juillet 1797, dans un mémoire de Nicholson.

Le 15 août 1781, après le coucher du soleil, le ciel, à Béziers, se couvrit de nuages; à sept heures trois quarts, le tonnerre commença à se faire entendre; à huit heures cinq minutes, il était complétement nuit, et l'orage avait acquis une très-grande intensité: « C'est à ce moment, dit Rozier, qu'en examinant la direction et l'effet des éclairs, j'aperçus derrière le penchant de la colline qui d'un côté termine la vue de ma maison, un point lumineux..... Ce point *lumineux* acquit peu à peu du volume et de l'étendue; il forma insensiblement une zone, une *bande phosphorique* qui se montrait à mes yeux sous une hauteur de 3 pieds; elle finit par sous-tendre à mon œil un angle de 60 degrés.

« Sur cette première zone lumineuse, il s'en forma une seconde de la même hauteur, mais qui n'avait que 30 degrés d'étendue, c'est-à-dire la moitié de celle de la zone inférieure. Entre deux resta un vide dont la hauteur égalait celle d'une des deux zones prise séparément.....

« On remarquait, dans l'une comme dans l'autre zone, des irrégularités à peu près comme sur les bords des gros nuages blancs avant-coureurs de l'orage. Ces bords n'étaient pas tous également lumineux, quoique le centre des zones offrît une clarté uniforme. Pendant le temps que les zones avançaient vers l'est, la foudre, à trois reprises différentes, s'élança de l'extrémité de la zone inférieure, » mais sans produire de détonation appréciable.

Les zones lumineuses ne tenaient pas à la masse gé-rale des nuages orageux ; elles étaient beaucoup plus pr de terre : « Le phénomène brilla depuis huit heures ci minutes jusqu'à huit heures dix-sept minutes (c'est-à-d pendant près d'un quart d'heure); » à huit heures dix-se minutes, un coup de vent du sud éloigna l'orage Béziers.

Écoutons maintenant Nicholson :

« Le 30 juillet 1797, je me levai à cinq heures du m tin; le ciel, excepté vers le sud, était alors couvert nuages très-denses qui couraient avec une grande ra dité vers l'ouest-sud-ouest. Des éclairs se montraient fr quemment au nord-ouest et au sud-ouest..... Ils étaie suivis, après onze ou douze secondes, de violents coups tonnerre. Les parties les plus basses, les plus ondulé les plus déchiquetées des nuages, étaient constamm teintes en rouge et j'appris que cette teinte avait enc beaucoup plus de vivacité avant qu'il m'eût été possi de l'observer..... A quatre heures un quart, au mom

[redacted]

Turin, dans des nuits entièrement obscures, particulièrement en hiver, de voir des nuages épars, s'agglomérer et former ensuite dans leur ensemble un nuage général, uniforme, à surface unie et d'une densité en apparence peu considérable. De tels nuages répandent dans tous les sens une lueur rougeâtre, sans limites définies, mais assez intense, pour qu'elle m'ait permis de lire des livres imprimés en caractères ordinaires (*mediocre carattere*). Les clartés nocturnes provenant des nuages, je les ai surtout observées dans les nuits d'hiver, entre deux averses de neige..... Quant à moi, je les attribue à la matière de la foudre (feu électrique), car c'est à elle qu'il appartient universellement de former les nuages généraux, sans ondulations apparentes. Cette matière circulant dans les vapeurs, en quantité un tant soit peu plus considérable qu'elles ne peuvent en transmettre, doit se manifester à l'état lumineux, ainsi que le constatent tant d'expériences de cabinet. S'il existe des traits de lumière très-déliés et extrêmement fréquents, dans tous les points où les vapeurs présentent de légères variations de densité, il ne saurait évidemment manquer d'en résulter une lueur générale sans limites définies.» (*Dell' Elettricismo terrestre atmosferico*, page 288.)

Voici une observation dont je dois la connaissance au célèbre directeur de l'Observatoire d'Armagh, le docteur Robinson, relative à la phosphorescence des nuages :

«Pendant ses voyages pour la détermination des lignes d'intensité magnétique en Écosse, le major Sabine resta plusieurs jours à l'ancre à Lough-Scavig, dans l'île de Sky. Cette île est entourée de montagnes nues et élevées,

parmi lesquelles on en remarque une qu'enveloppe pre[illegible] toujours un nuage résultant de la précipitation des vap[illegible] que les vents à peu près constants de l'ouest y amè[illegible] de l'Atlantique. Ce nuage, la nuit, était lumineux [illegible] lui-même et d'une manière permanente. Plusieurs fo[illegible] M. Sabine en vit sortir, en outre, des jets semblables [illegible] ceux des aurores boréales. Il repousse bien loin l'idée [illegible] ces jets dussent être attribués à des aurores véritabl[illegible] voisines de l'horizon et dont la montagne aurait dé[illegible] la vue directe. Suivant lui, tous ces phénomènes de lumi[illegible] continue et de lumière intermittente avaient leur ca[illegible] quelle qu'en puisse être d'ailleurs la nature, dans le n[illegible] même. »

M. Robinson m'annonce qu'il a fait lui-même, [illegible] Irlande, diverses observations sur les propriétés phos[illegible] rescentes des brouillards ordinaires. Il est grandeme[illegible] désirer que le savant astronome les communique [illegible] retard au public.

Certaines matières étrangères qui se mêlent quelq[illegible] à notre atmosphère, lui communiquent la faculté pho[illegible]



intitulé : *Idées sur la Météorologie*, nous apprend que des nuages peuvent devenir lumineux sans qu'on ait trop le droit d'en chercher l'explication dans de petites fulgurations sans cesse renouvelées. Voici le passage du physicien genevois :

« Me retirant chez moi à Londres, vers les onze heures d'un soir d'hiver, l'air étant très-serein, sans être bien froid, n'y ayant point de clair de lune, je vis une pommelure lumineuse, formant une zone de plusieurs degrés de largeur, qui s'étendait à peu près d'orient en occident, passant à 30 ou 40 degrés du zénith du côté du sud, et atteignant presque l'horizon de part et d'autre. Je loge très-près de la campagne, ce qui me rendit facile d'observer ce phénomène dans toute son étendue, et je le fis, du moment où je commençai à l'apercevoir jusqu'à la fin. Cette espèce de nue, aussi brillante dans toute sa longueur qu'une nue mince devant la lune, cachait d'abord toutes les étoiles. Peu à peu, sa pommelure se discerna mieux, et les étoiles parurent dans les intervalles des pelotes; je les ai aperçues ensuite dans les pelotes mêmes, qui ne ressemblaient plus qu'à de la gaze; et, enfin, au bout d'environ dix minutes, elle se dissipa presque partout en même temps. Il y avait là quelque décomposition phosphorique; car d'où aurait procédé cette lumière, qui partait de toute la nue? Mais il n'y avait pas le moindre signe électrique, car tout était en repos, à l'exception d'un petit mouvement qu'avait l'ensemble de cette zone. »

Lorsqu'on a réfléchi sur l'énorme affaiblissement que les nuages font éprouver, dans certains jours d'hiver, à la lumière éblouissante du soleil, on a tout lieu d'être surpris

qu'après le coucher de cet astre, qu'à nuit close, qu minuit même, le ciel étant resté également couvert, fasse assez clair, en plein champ, pour que chacun puis se diriger et ne pas aller se heurter contre une multitu d'obstacles. Il ne paraît guère possible d'admettre que l lumière ou, si l'on veut, que la lueur diffuse dont no tirons tant d'avantage la nuit par un ciel entièreme couvert, provienne des étoiles. Mais l'origine stellaire un fois exclue, nous n'avons plus qu'une ressource po expliquer les faits, c'est de supposer que tous les nuag sont lumineux par eux-mêmes. Il n'y aurait entre eu de différence que du plus au moins. Au plus haut term de l'échelle figureraient les nuages observés par Rozie Plus bas, et à une assez grande distance, ceux de Nichol-son; plus bas encore, les nuages neigeux de Beccari Enfin, le dernier terme de l'échelle se composerait de nuages denses, épais, dont le ciel est couvert dans le nuits les plus sombres d'hiver, et qui font cependant qu'à minuit, l'obscurité en plein air n'est jamais aussi fort

[redacted]

CHAPITRE XI.

DU TONNERRE PROPREMENT DIT, OU DU BRUIT QUE FAIT ENTENDRE LA FOUDRE QUAND ELLE S'ÉCHAPPE DES NUAGES.

A l'apparition des éclairs succèdent ordinairement, après des intervalles de temps plus ou moins longs, des bruits que tout le monde a entendus, mais sans assez remarquer peut-être les caractères divers qui les distinguent suivant les circonstances.

Lucrèce donnait, ce me semble, une idée fort exacte de certains éclats de la foudre, quand il les comparait à l'aigre cri du papier qui se déchire (Liv. vi).

Je n'oserais pas affirmer qu'on ait beaucoup ajouté à l'exactitude de l'assimilation, en substituant le déchirement brusque d'une forte étoffe de soie, à celui du papier ou du parchemin.

Quelquefois le bruit du tonnerre paraît clair et sec, comme celui d'un simple coup de pistolet.

Plus généralement, il est plein et très-grave. Des observateurs prétendent même qu'il devient de plus en plus grave à mesure que le retentissement se prolonge. Des musiciens exercés pourront seuls décider cette question.

disparaîtra, car les émissions phosphorescentes n'impliquent pas indispensablement une déperdition de matière. Il suffirait, peut-être, d'étendre à toute une atmosphère l'état observé par Rozier dans divers parties des nuages orageux de Béziers, pour arriver à quelque chose de ressemblant à l'éclat du soleil. Si mes conjectures étaient fondées, Nicholson se trouverait avoir saisi, à quelques minutes d'intervalle, les deux constitutions atmosphériques qui donnent naissance aux étoiles rouges et bleues.

Dans les phénomènes du tonnerre, deux circonstan semblent bien dignes d'attention : d'une part, sa long durée ; de l'autre, les diminutions et les accroissem successifs d'intensité qui se renouvellent si fréquemm pendant le retentissement d'un seul et même coup, d'u seule et même détonation. Aussi, ce n'est pas par has que l'expression *roulement* du tonnerre a été généra ment adoptée ; ce n'est pas non plus sans raison qu'o assimilé ce roulement au bruit qu'engendre une lou charrette qui descend rapidement un chemin très-roca leux[1]. Nous examinerons bientôt si des échos jouent da tout ceci le rôle principal, ou seulement un rôle seco daire. En attendant, je rapporterai ce que j'ai pu recue de certain sur la plus longue durée du roulement d tonnerre observé en pays de plaine, et *correspondan un seul éclair*. On voudra bien donner quelque attent aux paroles que je viens de souligner ; car le tonner même dans nos climats, fait quelquefois entendre un br continu pendant des heures entières ; alors les éclairs s succèdent presque sans interruption.

[redacted]

Je trouve dans les registres d'observations faites à Paris, par de L'Isle, à la date :

Du 17 juin 1712, un tonnerre dont le roulement dura..... 45 secondes.

Le même jour, les plus forts résultats, après celui que je viens de rapporter, furent :

41, 36 et 34 secondes.

Dans les observations suivantes, du 3, du 8 et du 28 juillet, de L'Isle trouva au maximum des durées

de 39, de 38, de 36 et de 35 secondes.

Ceux qui n'ont point étudié les orages en météorologistes, en physiciens, ignorent peut-être que le bruit de chaque détonation n'a pas toujours son maximum d'intensité au début. Le tonnerre commence souvent par un roulement sourd, auquel succèdent de bruyants éclats, suivis eux-mêmes d'un roulement dont l'affaiblissement est rapide, mais graduel. Ce seront, pour certaines faces de la théorie, d'excellentes pierres de touche, que les évaluations numériques des intervalles compris entre les faibles commencements de certains tonnerres et leurs périodes retentissantes. Malheureusement la science en possède encore très-peu. Celles que je vais rapporter appartiennent encore à de L'Isle, dont il faut s'étonner que le travail n'ait jamais été cité.

Le 17 juin 1712, un orage gronde sur Paris;

A 0 seconde, un éclair se montre;

A 3 secondes, le tonnerre commence à se faire entendre très-faiblement;

[illegible]

[illegible] 1712 :

[illegible]

[illegible] secondes, le tonnerre commence [illegible]

[illegible] secondes, il éclate;

[illegible] secondes, les éclats cessent;

[illegible] secondes, le bruit finit doucement.

[redacted]

Je citerai encore un cas, parce qu'il nous offrira la circonstance nouvelle d'un redoublement de force pendant les éclats :

A 0 seconde, éclair;
A 10 secondes, le tonnerre commence très-doucement;
A 13 secondes, il éclate;
A 20 secondes, les éclats redoublent d'intensité;
A 35 secondes, les éclats cessent;
A 39 secondes, le tonnerre finit doucement.

L'intensité du tonnerre, et par là j'entends celle de sa période la plus éclatante, offre d'étonnantes variations.

Le révérend William Paxton écrivait au docteur Milles, doyen d'Exeter, au sujet d'un coup de foudre qui renversa, le 2 mars 1769, l'un des *pinacles* de la tour de Buckland-Brewer, que ce coup produisit une détonation égale au moins à celle de CENT pièces de canon qui seraient parties à la fois.

D'autre part, je lis dans les notes dont je suis redevable à MM. les capitaines Peytier et Hossard, qu'aux Pyrénées, des coups de tonnerre qui partaient à côté d'eux, au milieu même des nuages dans lesquels ils étaient plongés, engendraient des bruits sourds, des bruits semblables à ceux d'une masse de poudre non comprimée qu'on enflammerait en plein air.

Les *boules fulminantes*, une des formes du tonnerre, produisent quelquefois les plus violentes détonations. Lorsqu'une de ces boules frappa le vaisseau *le Montague* en pleine mer, le 4 novembre 1749, le bruit, d'après la relation du Master Chalmers, fut celui de plu-

sieurs centaines de canons qui partiraient tous à la fo
mais il ne dura pas plus d'une demi-seconde.

Le tonnerre commence à se faire entendre un te
assez long après l'apparition de l'éclair. Tout le mo
l'a remarqué, tout le monde d'ailleurs a pu le voir d
les tableaux que j'ai formés d'après les observation
de L'Isle. La cause de ce phénomène est simple ; bie
nous la discuterons en détail ; ses conséquences au
d'autant plus de prix et d'utilité, que nous aurons q
sur de plus grands ou sur de plus petits nombres ; ch
chons donc quels ont été, *au maximum* et *au minim*
les intervalles observés entre un éclair et le tonn
correspondant.

Le célèbre géomètre Lambert ne croyait pas, q
au *maximum*, que les intervalles entre l'éclair et le bru
s'élevassent jamais à 40 secondes ; mais à l'époque
il émettait cette opinion, il aurait pu trouver dans l
Mémoires de de L'Isle publiés à Saint-Pétersbourg d
résultats notablement supérieurs à la limite qu'il adopta

[redacted]

Le 10 du même mois, je trouve

46 secondes.

Les moindres intervalles entre l'éclair et le tonnerre que j'aperçoive dans le très-petit nombre d'observations de de L'Isle, sont :

3, 4 et 5 secondes.

Les observations de Chappe donnent plusieurs fois

2 secondes.

Ces résultats nous seront peu utiles. Nous pourrions, au contraire, déduire des conséquences curieuses et théoriquement très-importantes, d'intervalles qui ne s'élèveraient qu'à une petite fraction de seconde. Des fractions de seconde sont malheureusement difficiles à évaluer et le commun des observateurs ne pense pas devoir en tenir compte. Quand le bruit succède à l'éclair à moins d'une seconde d'intervalle, on déclare, sans autre examen, les deux phénomènes simultanés, tandis qu'il faudrait alors, plus que jamais, apporter de l'exactitude dans les appréciations. Toutefois, en consultant mes propres souvenirs, je suis certain de rester dans les limites de la vérité ; je me flatte même de ne m'exposer à la dénégation d'aucun observateur exercé, si je dis que souvent l'intervalle entre l'éclair et le bruit, n'est pas d'une demi-seconde.

CHAPITRE XII.

FAIT-IL DES ÉCLAIRS SANS TONNERRE, PAR UN CIEL PARFAITEMENT SEREIN ?

Le phénomène des éclairs sans tonnerre par un ci parfaitement serein, est trop connu, trop généralem constaté, pour qu'il soit nécessaire d'apporter, sur c point, le témoignage d'aucun météorologiste. Qui n'a v qui n'a remarqué, en effet, dans nos climats, les éclai de chaleur ? Bergman nous apprend qu'en Suède, où i sont aussi très-communs, les campagnards les appelle *éclairs de l'orge* (*kornbleck*), parce que d'ordinaire i se montrent en août, quand l'orge commence à mûrir.

On s'est trompé en affirmant que les éclairs de chaleu restent toujours concentrés dans le voisinage de l'horizo Leur lumière se développe quelquefois sur toute l'étendu du ciel visible. Cette remarque ne nous sera pas inutile quand nous rechercherons si les éclairs de chaleur exis-

[redacted]

solution, ont peu excité l'attention des observateurs; leurs registres n'en font jamais mention. Au surplus mes citations, en quelque lieu que je doive les prendre, ne pourront guère laisser de doute sur la généralité du phénomène.

A la date d'octobre 1751, Thibault de Chanvalon écrivait, à la Martinique, dans son registre d'observations météorologiques : « De huit jours qu'il a tonné dans ce mois, il y en a eu deux *sans éclairs.* » En novembre, je lis : « Tonnerre un seul jour; trois coups un peu forts, mais *sans éclairs.* »

Le 19 mars 1768, près de Cosséir, sur la mer Rouge, un violent coup de tonnerre jeta l'épouvante parmi les matelots de la petite barque sur laquelle le voyageur James Bruce s'était embarqué. Ce coup de tonnerre *n'avait été précédé d'aucun éclair.*

CHAPITRE XIV.

Y A-T-IL JAMAIS, PAR UN TEMPS COUVERT, DES ÉCLAIRS SANS TONNERRE?

Cette question doit être résolue affirmativement. Au besoin, je pourrais m'appuyer d'un témoignage bien ancien : de celui de Lucrèce. Dans le sixième livre du célèbre poëme *sur la nature des choses,* chacun peut lire (vers 216 et 217) que d'innocents éclairs s'échappent *en silence* de certains nuages, et qu'ils ne causent ni trouble ni terreur.

Les éclairs sans tonnerre, *par un temps couvert,* paraissent être communs aux Antilles. Thibault de Chanva-

lon en fait mention dans ses observations météorologiques de la Martinique. A la date de juillet 1751, je vois sur ses tableaux : « Tonnerre, six jours ; *éclairs sans tonnerre, deux jours.* » A quoi je dois ajouter que, pendant ces deux jours à éclairs sans tonnerre, le ciel était couvert.

Les observations faites à Rio-Janeiro, par Dorta, et consignées dans les Mémoires de l'Académie de Lisbonne, ne sont pas moins positives ; elles me donnent :

En 1783......	24	jours d'éclairs sans tonnerre.
1784......	48	—
1785......	47	—
1787......	51	—

Le journal météorologique tenu en 1826, à Patna, dans l'Inde (latitude, 25° 37′ nord), par M. Lind, conduit à un résultat plus fort encore que ceux de Rio-Janeiro ; j'y trouve :

73 jours d'éclairs sans tonnerre.

Si nous avions sous les yeux les observations très-détaillées du Brésil et de l'Inde, peut-être les nombres précédents subiraient-ils quelque réduction ; peut-être trouverions-nous que dans nos énumérations de *jours d'éclairs sans tonnerre* il figure des jours sereins. Cependant, comme les tonnerres et les éclairs ne se manifestent guère que dans la saison des pluies, ces réductions ne sauraient être importantes.

Je ne puis pas terminer ce chapitre sans citer quelques exemples d'éclairs sans tonnerre empruntés aux observateurs d'Europe.

Quoique je fasse beaucoup moins de cas d'une asser-

tion générale que d'une observation particulière accompagnée de détails minutieux (et parmi ces détails, je vais jusqu'à comprendre la date et l'heure de l'observation), je dirai cependant que dans la Dissertation sur le tonnerre, couronnée en 1726 par l'Académie de Bordeaux, le père de Lozeran de Fesc parle des éclairs *extrêmement vifs* qui, pendant certains orages, s'élancent des nuages dans tous les sens et presque sans interruption, sans donner lieu à aucun bruit appréciable.

Voici, maintenant, une observation de Deluc le jeune. Le 1er août 1791, après le coucher du soleil, le ciel, vu de Genève, paraissait couvert à l'ouest au-dessus du Jura. Les nuages y étaient traversés par des éclairs resplendissants, et, toutefois, aucun tonnerre ne se faisait entendre. A cela, on peut répondre qu'une distance de 12 à 20 kilomètres suffisait pour amortir entièrement le bruit des détonations. Faisons donc un pas de plus.

Les nuages du Jura s'étendirent par degrés jusqu'au zénith de Genève. « Alors il en partait encore, dit Deluc, de tels éclairs qu'ils semblaient devoir être accompagnés d'un bruit à ébranler le cerveau, et cependant on n'en entendait presque point. » Un de ces éclairs (Deluc ne dit pas que celui-là fût plus brillant que les autres) produisit, au contraire, un bruit épouvantable. Une courte ondée le suivit. « Ensuite il continua à faire des éclairs; mais, ajoute Deluc, *je n'entendis plus aucun bruit.* »

Le passage suivant est emprunté aux *Meteorological observations and essays* de John Dalton :

« Kendal (Angleterre), 15 août 1791, entre huit et neuf heures du soir. Je ne me rappelle pas avoir jamais

vu à Kendal autant d'éclairs dans un si court espace de temps. On entendit *quelques tonnerres* (*some thunder*); mais ils étaient éloignés. »

CHAPITRE XV.

TONNE-T-IL JAMAIS PAR UN TEMPS PARFAITEMENT SEREIN?

Sénèque affirme que la *foudre gronde quelquefois dans un ciel sans nuages* (*Quest. nat.,* liv. I, § 1).

Anaximandre croyait aussi à ce phénomène, puisqu'il en avait cherché la cause (*Quest. nat.,* liv. II, § 18).

Lucrèce, au contraire, dit sans hésiter : « Où le ciel est serein le bruit ne se fait pas entendre. » (Liv. VI, v. 98.) Et plus loin (v. 245) : « La foudre n'est engendrée qu'au milieu d'épais nuages entassés les uns sur les autres jusqu'à d'immenses hauteurs. Elle ne naît pas sous un ciel complétement serein ou seulement voilé. »

Suétone rapporte que vers la fin du règne de Titus on entendit un coup de tonnerre par un ciel serein.

Dans la Vie de Charlemagne, par Eginhard, il est question d'un météore lumineux qui par un temps serein frappa et renversa le cheval que montait l'empereur.

Senebier parle du tonnerre des jours sereins comme d'un fait reconnu; malheureusement il ne dit pas si sa conviction repose sur des considérations théoriques ou sur des observations directes (*Journ. de Phys.,* tom. XXX, page 245).

Volney est plus explicite. Le 13 juillet 1788, à six heures du matin, *le ciel étant sans nuages*, il entendit à Pontchartrain (à 16 kilomètres de Versailles), quatre à

cinq coups de tonnerre. *Ce ne fut qu'à* sept heures un quart qu'un nuage parut au sud-ouest. En quelques minutes tout le ciel fut couvert. Peu de temps après il tombait de la grêle grosse comme le poing. (*Du Climat des États-Unis.*)

On s'exposerait à des erreurs en allant chercher les exemples de jours sereins accompagnés de tonnerres dans les pays sujets à de forts tremblements de terre. Ces derniers phénomènes, en effet, sont souvent précédés de longs mugissements dont une illusion acoustique, encore mal expliquée, transporte le siége dans l'atmosphère. Voilà pourquoi je n'ai point cité les tonnerres effroyables qu'on entendit par le temps le plus beau, il y a une centaine d'années, à Santa-Fé de Bogota, et en commémoration desquels il se dit tous les ans, à la cathédrale, la messe du bruit (*la missa del ruido*).

CHAPITRE XVI.

LA FOUDRE DÉVELOPPE PAR SON ACTION, DANS LES LIEUX OU ELLE ÉCLATE, SOUVENT DE LA FUMÉE, PRESQUE TOUJOURS UNE FORTE ODEUR QUI A ÉTÉ COMPARÉE A CELLE DU SOUFRE ENFLAMMÉ.

Si je voulais citer tous les cas dans lesquels l'odeur sulfureuse s'est manifestée, je ferais ici le catalogue presque complet des coups de foudre dont on a été à même, peu de temps après l'explosion, de suivre les effets dans des appartements fermés; je me bornerai donc à quelques exemples : je citerai, en première ligne, ceux où l'odeur développée était tellement forte qu'on la sentait en plein air.

Wafer, chirurgien de Dampier, raconte qu'en traversant l'isthme de Darien les ondées qu'il éprouvait « étaient accompagnées d'éclairs et de furieux coups de tonnerre, et qu'alors l'air était infecté d'une odeur sulfureuse capable d'ôter la respiration, surtout au milieu des bois. »

Dans un autre passage de la relation de Wafer je lis : « Après le coucher du soleil (les voyageurs étaient à la belle étoile sur un monticule), il se mit à pleuvoir d'une si terrible force, qu'on aurait dit que le ciel et la terre allaient se confondre. On entendait à chaque instant d'épouvantables coups de tonnerre. Les éclairs avaient une odeur de soufre si intense, que nous en fûmes presque étouffés. »

Dans ses *Memoirs for a general history of the air*, Boyle rapporte qu'à l'époque où il habitait les bords du lac de Genève, de violents, de fréquents coups de tonnerre imprégnèrent l'air d'une odeur sulfureuse très-intense et qui manqua de suffoquer une sentinelle sur le bord même du lac.

En février 1771, à l'île de France, Le Gentil, de l'Académie des sciences, vit la foudre éclater sur un point de la campagne très-peu éloigné de la galerie où il se trouvait alors, chez le comte de Rostaing. Quatre heures après la détonation, et quoiqu'il eût beaucoup plu, Le Gentil et M. de Rostaing, en passant par hasard près du point foudroyé, sentirent une odeur de soufre très-prononcée.

Chacun a pu concevoir pourquoi j'ai placé ici en première ligne les manifestations d'odeurs sulfureuses qui s'étaient opérées en plein air ; chacun comprendra, à

plus forte raison, tout l'intérêt qu'il y avait à rechercher si la foudre produit des effets analogues en mer.

Lorsque le vaisseau anglais *le Montague* fut frappé par un globe de feu, le 4 décembre 1749, avec une détonation que le master Chalmers assimila à celle qui résulterait de l'explosion simultanée de plusieurs centaines de canons, le navire répandit une si forte odeur, qu'il paraissait n'être qu'une masse de soufre (*the ship seemed to be nothing but sulphur*). A ce moment, *le Montague* se trouvait par 42° 48′ de latitude nord et par 13° de longitude occidentale, ou, ce qui revient au même, à environ 100 kilomètres des terres les plus voisines.

Le 31 décembre 1778, à trois heures de l'après-midi, le bâtiment de la Compagnie des Indes, *l'Atlas,* est frappé de la foudre dans la Tamise. Un matelot est tué dans les hunes. Le navire paraît un instant tout en feu, mais il n'éprouve réellement aucune avarie perceptible. Seulement, il se répand partout une forte odeur sulfureuse qui dure tout le reste du jour et toute la nuit suivante.

Le New-York, paquebot de 520 tonneaux, fut frappé deux fois de la foudre dans la journée du 19 avril 1827, par 38° environ de latitude nord et 63° de longitude occidentale comptée de Paris, c'est-à-dire à une époque où sa moindre distance à la terre était de 600 kilomètres.

Au moment de la première décharge, comme le bâtiment n'avait pas de paratonnerre, il y eut de graves dégâts; cependant, la foudre ayant trouvé sur son chemin des pièces métalliques qui la conduisirent à la mer, rien ne prit feu; cela n'empêcha pas que les cabines ne s'emplissent d'épais nuages de fumée sulfureuse.

Quand la seconde explosion arriva, le paratonnerre du *New-York* était en place. Le navire fut un instant resplendissant de lumière comme la première fois, mais il n'éprouva pas de dommage sensible. Néanmoins les diverses parties du paquebot, et particulièrement la cabine des dames, se trouvèrent subitement remplies de vapeurs sulfureuses si épaisses, qu'on ne pouvait rien voir à travers.

Voici maintenant de curieux exemples d'odeurs sulfureuses constatées dans des coups de foudre qui ont frappé des maisons ou des édifices.

Lorsque, le 18 juillet 1767, le tonnerre pénétra par les tuyaux de six cheminées dans une maison de la rue Plumet, à Paris, il laissa partout une odeur suffocante qui prenait à la gorge.

Le 18 février 1770, longtemps après le coup de foudre qui jeta à terre, sans connaissance, toutes les personnes réunies pour entendre les litanies dans l'église de Saint-Kevern (Cornouailles), l'église était encore remplie d'une odeur sulfureuse presque suffocante.

A la suite du coup de foudre qui produisit beaucoup de malheurs, le 11 juillet 1819, à Châteauneuf-les-Moustiers (Basses-Alpes), l'église était remplie d'une fumée noire et épaisse qui ne permettait guère d'y marcher qu'à tâtons.

L'odeur sulfureuse se développe là même où aucun phénomène lumineux ne s'est manifesté. Je crois pouvoir tirer cette conséquence du passage suivant, extrait de la relation que m'a donnée M. Rihouet du coup de foudre qui frappa le vaisseau de ligne *le Golymin* en 1812.

« Dans la visite du navire, dit M. Rihouet, qui suivit l'accident, je me fis accompagner d'un officier et du maître canonnier. Arrivé à la grande soute à poudre de derrière, je la trouvai intacte ; mais lorsque je fis ouvrir la soute à pain qui y était attenante, il en sortit aussitôt une fumée noire et épaisse et une odeur sulfureuse qui faillirent nous suffoquer tous, quoique le maître canonnier n'eût fait qu'entr'ouvrir la porte et la refermer aussitôt. Étant entrés immédiatement dans la soute à pain, nous n'y trouvâmes, à notre grand étonnement, aucune trace de feu, mais seulement un bouleversement complet : plus de vingt milliers de biscuits avaient été remués de fond en comble, sans qu'on parvînt à découvrir aucun indice du chemin qu'avait dû suivre la matière fulminante pour parvenir dans cet endroit. »

CHAPITRE XVII.

DES MODIFICATIONS CHIMIQUES QUE LA FOUDRE FAIT SUBIR A L'AIR ATMOSPHÉRIQUE.

Après la grande et célèbre expérience dans laquelle Cavendish parvint, à l'aide d'une étincelle électrique, à réunir en acide nitrique liquide, les deux éléments gazeux dont se compose l'air que nous respirons, il n'était guère permis de douter que la foudre ne sillonne pas impunément de ses traits enflammés d'immenses étendues d'atmosphère. Peu d'années, cependant, se sont écoulées depuis l'époque où un chimiste allemand, M. Liebig, a soumis cette idée si naturelle à des épreuves décisives.

En 1827, le professeur de Giessen publia l'analyse de

77 résidus, obtenus par la distillation de 77 échantillons d'eau de pluie, recueillis dans des vases de porcelaine à 77 époques différentes. Parmi ces 77 échantillons d'eau, 17 provenaient de pluies d'orage. Eh bien, ces 17 pluies d'orage contenaient toutes de l'acide nitrique en plus ou moins grande quantité, combiné à de la chaux ou à de l'ammoniaque. Dans les autres échantillons, au nombre de 60, M. Liebig n'en trouva que 2 où il existât des traces, de simples traces, d'acide nitrique[1].

Voilà donc la matière fulminante réalisant une des plus brillantes expériences de la chimie moderne. Ces réunions subites de l'azote et de l'oxygène que l'illustre chimiste anglais opérait en vases clos, la foudre les détermine dans les hautes régions de l'atmosphère. Il y a là pour les physiciens et pour les chimistes un vaste et important sujet d'expériences. Il faudra examiner si, toutes les autres circonstances restant égales, les quantités d'acide nitrique engendrées pendant les orages ne varient pas avec les saisons, avec la hauteur, et par conséquent aussi avec la température des nuées d'où la foudre s'élance; il faudra rechercher aussi si dans les régions intertropicales, où pendant des mois entiers le tonnerre gronde chaque jour avec tant de force, l'acide nitrique créé par la foudre aux dépens des deux éléments gazeux de l'atmosphère, ne suffirait pas à l'entretien des nitrières naturelles dont l'existence, dans certaines localités où les matières ani-

1. Ceci fut imprimé pour la première fois en 1837, époque antérieure aux expériences de M. Barral. Les importantes observations de ce savant amèneront dans les conclusions auxquelles s'était arrêté le chimiste de Giessen, des modifications sur lesquelles nous reviendrons plus loin.

males ne se voyaient nulle part, était pour la science une véritable pierre d'achoppement. Peut-être qu'en se livrant à ces investigations savantes, on découvrira aussi l'origine encore cachée de quelques autres substances, de la chaux, de l'ammoniaque, etc., que M. Liebig a trouvées dans les eaux provenant des pluies d'orage. Mais ne parvînt-on à éclaircir que la seule question des nitrières naturelles, ce serait déjà beaucoup de gagné. Ne voit-on pas, au surplus, tout ce qu'il y aurait de piquant à prouver que la foudre prépare, qu'elle élabore dans les hautes régions de l'air, le principal élément de cette autre foudre (la poudre à canon) dont les hommes font un si prodigieux usage pour s'entre-détruire.

CHAPITRE XVIII.

LA FOUDRE OPÈRE SOUVENT LA FUSION DES PIÈCES DE MÉTAL QU'ELLE VA FRAPPER.

§ 1er.

Ce chapitre se composerait de bien peu de lignes, s'il s'agissait d'établir seulement que la foudre met instantanément en fusion, les minces lames ou les minces fils de métal qu'elle rencontre sur sa route. Mais il importe extrêmement de connaître l'étendue de cette faculté, de rechercher quelles sont les plus grandes épaisseurs de tels ou tels métaux que la foudre ait jamais fondues, d'assigner à ce curieux phénomène, non ses limites possibles, mais ses limites observées, et cela en étendant l'investigation à tous les temps et à tous les pays.

Dans sa *Météorologie*, liv. III, chap. 1er, Aristote, après avoir fait l'énumération des diverses espèces de foudres que les anciens distinguaient, dit en parlant des effets d'une d'entre elles : « On a vu le cuivre d'un bouclier (mot à mot la cuivrure), se fondre sans que le bois (qu'il recouvrait) en fût endommagé. »

La propriété dont jouit la foudre de fondre les métaux est mentionnée aussi par Lucrèce, Sénèque, Pline. Ils citent spécialement le fer, l'or, l'argent, le bronze, le cuivre. La bizarrerie remarquée par Aristote à l'égard du bois s'était offerte aux philosophes de Rome dans des circonstances analogues. « L'argent, dit Sénèque, se fond sans que la bourse qui le contient soit endommagée..... L'épée se liquéfie dans le fourreau, qui demeure intact. Le fer des javelots coule le long du bois, et le bois ne prend pas feu. » Pline assure que « de l'or, du cuivre, de l'argent, contenus dans un sac, peuvent être fondus par la foudre, sans que le sac soit brûlé, sans que la cire qui le ferme, empreinte d'un cachet, ait été ramollie. » Lucrèce parle de la liquéfaction de l'airain.

A moins qu'on ne suppose que la puissance de la foudre se soit prodigieusement affaiblie depuis deux mille ans, nous aurons beaucoup à rabattre de ces résultats.

L'épée se liquéfie dans le fourreau ! Si par là on entend qu'un coup de tonnerre a liquéfié la masse métallique tout entière d'une large épée romaine, les observations modernes ne nous présenteront rien de semblable. Si le mot liquéfaction n'entraîne pas nécessairement l'idée d'une fusion générale ; s'il a suffi, pour qu'on l'employât,

que la lame présentât çà et là ou même dans toute son étendue, des traces d'une fusion limitée en quelque sorte à la superficie, oh! alors, le fait emprunté à Sénèque de la fusion de l'épée, même avec la circonstance singulière du fourreau resté intact, peut être confirmé par des exemples puisés dans les annales météorologiques de notre temps.

En 1781, M. d'Aussac et le cheval qu'il montait furent tués par un coup de foudre dans les environs de Castres. M. Garipuy, de l'Académie de Toulouse, ayant, après la catastrophe, examiné attentivement l'épée à poignée d'argent que M. d'Aussac portait, aperçut :

Deux petites parties fondues à la coquille de la poignée, l'une dessus, l'autre dessous;

Des marques évidentes, mais superficielles, de fusion à la pointe de la lame, sur 13 millimètres de longueur;

La fusion, à sa surface, du bout du fourreau en fer (ce morceau de fer était aussi percé d'un trou oblong dans lequel la lame plate et large du canif de M. Garipuy pouvait passer);

La fusion, à 33 centimètres de la poignée, du tranchant supérieur de la lame, sur 7 millimètres de longueur et 3 millimètres de hauteur, avec cette circonstance que, vis-à-vis de la partie fondue, le fourreau était, non pas brûlé, mais seulement percé d'un trou de 3 millimètres de diamètre.

M. de Gautran, qui, au moment de l'explosion, se trouvait à côté de M. d'Aussac et dont le cheval fut aussi tué, avait un gros couteau de chasse sur lequel M. Garipuy remarqua :

Que la petite chaîne en argent qui pendait du pommeau à la garde avait été fondue près de la garde et s'en était détachée ;

Que le pommeau avait été fondu sur une surface de 7 millimètres en carré, dans toute l'épaisseur, d'ailleurs très-peu considérable, de l'argent ;

Que le tranchant inférieur de la lame, ainsi que le bout du fourreau en argent, avaient été fondus vis-à-vis l'un de l'autre sur 3 millimètres en carré, et que, dans l'intervalle compris entre ces deux portions fondues et si rapprochées, le fourreau avait été percé et non brûlé.

Le lecteur remarquera, sans doute, que sur l'épée de M. d'Aussac la fusion du métal ne se manifesta pas seulement aux deux extrémités, c'est-à-dire aux deux points d'entrée et de sortie, mais encore dans la partie par laquelle, suivant toute apparence, la foudre se partagea entre le cavalier et le cheval.

Voilà, dans un seul événement bien authentique, bien observé, fusion d'argent, fusion de deux lames d'épée sans inflammation du fourreau. Mais la fusion des lames n'eut lieu que sur une couche superficielle peu étendue, et dont l'épaisseur, comme on est autorisé à le croire, était excessivement petite. Ces deux circonstances (la dernière surtout) une fois admises, rien de plus simple que d'expliquer, d'après les vrais principes de la propagation de la chaleur, comment les fourreaux des épées restèrent intacts, comment ils ne prirent pas feu. Une comparaison rendra même toute explication superflue.

Il n'est personne qui ayant fait passer un très-mince fil métallique au rouge-blanc en l'enfonçant dans les bords

de la flamme d'une bougie ou dans ceux de la flamme d'une lampe d'Argant, n'ait remarqué avec quelle incroyable rapidité ce fil se refroidit quand on le retire. Il ne s'écoule pas une seconde de temps entre le moment où le métal émettait une lumière resplendissante et celui où il est d'une obscurité complète. Le fil sort à peine de la flamme qu'on peut le prendre impunément entre ses doigts. Ce refroidissement serait plus rapide encore si, au lieu de rester suspendu dans l'air, le fil incandescent reposait sur une lame métallique massive à la température ordinaire, sur une lame qui lui soutirerait sa chaleur par voie de conductibilité. Mais ce fil, qu'est-il donc autre chose qu'un des éléments de la couche superficielle peu étendue, très-échauffée (fondue si l'on veut), qui recouvre subitement une masse métallique à la suite d'un coup de foudre. Cette couche se refroidissant avec une excessive rapidité, il n'y a plus lieu de s'étonner qu'elle n'ait pas enflammé le cuir ou toute autre matière analogue dont étaient formés les fourreaux de l'arme de M. d'Aussac ou des épées des anciens Romains, auxquelles Pline et Sénèque faisaient allusion.

§ 2.

Le 12 juin 1825, madame la marquise veuve de Paralez fut frappée à Cordoue par un coup de foudre qui la jeta à terre, mit le feu à son châle et brisa une chaîne en or qu'elle portait autour du cou. Des fragments de cette chaîne m'ont été donnés par M. Jose Mariano Vallejo, qui avait été lui-même témoin et en partie victime de l'événement. Je ne vois sur les chaî-

nons aucune trace manifeste de fusion. Par quel genre d'action la chaîne a-t-elle été rompue? C'est ce que je ne saurais dire[1].

§ 3.

Les expressions de Pline et de Sénèque sur la fusion d'une lame d'épée et sur celle de pièces de monnaie furent longtemps prises avec toute l'extension qu'elles comportent. On admettait que la lame d'épée tout entière avait été fondue; qu'en un clin d'œil d'épaisses rondelles de cuivre, d'or ou d'argent, étaient passées à une complète liquidité. Cela une fois admis, comment concevoir qu'un fourreau en bois eût pu rester rempli d'une lourde masse de fer incandescente sans prendre feu; que le tissu d'une bourse eût subi, sans aucune altération, le contact prolongé du cuivre, de l'argent ou de l'or en fusion? Cette difficulté, qui semblait insurmontable, conduisit Franklin à une supposition, sans doute bien étrange, mais qui était une conséquence inévitable des prémisses : il admit que la foudre avait la propriété d'opérer des fusions froides; que par son action instantanée les molécules des métaux pouvaient être amenées, sans aucun développement de chaleur, à toute la mobilité que le mot fluidité implique. Plus tard, des observations authentiques et totalement exemptes d'ambiguïté, lui firent reconnaître que sa théorie avait été établie sur un fait faux, tant il

1. Les fils de soie dorés, lorsqu'on les expose à un courant très-intense d'électricité artificielle, présentent des effets très-propres à élucider les phénomènes que nous avons en vue dans ce paragraphe. — L'or qui couvre ces fils est volatilisé sans que la chaleur rompe la soie.

est vrai que la vieille histoire de la dent d'or renferme un enseignement dont les esprits les plus éminents et les plus lucides peuvent encore tirer quelque profit.

Voici, au surplus, une des observations à l'aide desquelles il a été d'abord nettement prouvé que les fusions opérées par la foudre ne sont pas froides.

La foudre tombe le 16 juillet 1759 sur une maison du faubourg de Southwark, à Londres. M. William Mountaine va aussitôt la visiter. On lui montre la place d'un fil de sonnette qui a été fondu; il en cherche les restes sur le parquet et les découvre principalement le long de la ligne correspondant verticalement à celle que le fil occupait sous le plafond. Ces restes se composaient de très-petits globules de fer, contenus dans des cavités du bois du parquet évidemment brûlées.

Quoique l'observation, même réduite à ce qui précède, démontre suffisamment que la fusion du fil de sonnette s'était opérée par voie d'échauffement, j'ajouterai quelques remarques. Parmi les globules extraits des cavités brûlées du parquet, il s'en trouvait de différentes grandeurs; les plus petits, ayant subi une fusion complète, avaient pris une forme parfaitement sphérique; les autres s'éloignaient d'autant plus de la sphéricité que leurs diamètres étaient plus grands. La chute de toutes ces particules enflammées explique très-naturellement ces paroles des domestiques qui s'étaient trouvés dans les chambres où des fils furent fondus : « Nous avons vu tomber dans l'appartement une pluie de feu ! »

Après l'explosion du tonnerre qui frappa *le New-York*, en 1827 (chapitre XVI, p. 91), le pont de ce paquebot se

trouva parsemé de globules de fer qui brûlèrent le bo du pont et celui des lisses en cinquante endroits diffé- rents, quoique en ce moment la pluie tombât par torre et qu'il y eût presque partout de la grêle à une haute de six à huit centimètres.

§ 4.

Deux faits ont suffi pour prouver que la foudre fon les métaux en les rendant brûlants à la manière du fe ordinaire. Il nous faut, maintenant, ainsi que je l'a annoncé, chercher les plus grands effets de ce genre q aient jamais été produits. Ici les citations devraient abo der; mais le peu de précision qu'on a malheureuseme apporté dans la description des dégâts résultant de la foudre nous réduira à glaner là où tout nous permetta d'espérer une riche moisson.

Je trouve dans les *Transactions philosophiques* que, d'après un rapport du capitaine anglais Dibden, la fou- dre en tombant, dans l'année 1759, sur une chapelle de [redacted]

§ 5.

Quand le paquebot *le New-York* reçut un second coup de foudre dans la journée du 19 avril 1827, il y avait au sommet du grand mât une baguette de fer de 1 mètre 2 décimètres de long, de 11 millimètres de diamètre à sa base, et qui se terminait à l'extrémité opposée par une pointe très-aiguë.

La portion supérieure de cette baguette que le tonnerre fondit, formait :

Un cône de 3 décimètres de long et de 6 millimètres de diamètre à la base.

De la base de la baguette partait une chaîne en fer semblable à celle dont se servent les arpenteurs, une véritable chaîne pliante de Gunter, consistant en fils de fer de 6 millimètres de diamètre, d'environ 45 centimètres de long, façonnés en crochet à leurs deux bouts, et unis par des anneaux intermédiaires. Cette chaîne allait obliquement de l'extrémité du grand mât de perroquet à la mer. Sa longueur n'était certainement pas au-dessous de 40 mètres. Après le coup de tonnerre, tout ce qui en restait, tout ce qu'on en retrouva avait à peine un mètre de long. Environ huit centimètres de cette ancienne chaîne restaient encore attachés à la base de la baguette métallique supérieure. Ce qui fut recueilli sur le pont du navire, se réduisait à deux crochets avec l'anneau intermédiaire complétement boursouflés, et à un petit fragment de chaînon.

Je commettrais un oubli impardonnable si je ne rappelais pas, sans plus de retard, en renvoyant au § 3 de

ce chapitre, comment on s'assura que les 39 mètres de chaîne avaient été fondus et non pas seulement brisés et projetés au loin dans la mer.

En résumé :

Un coup de foudre peut fondre complétement, et dans toute son étendue, une chaîne de fer de 40 mètres de long en communication avec la mer par une de ses extrémités, lorsque le diamètre des divers chaînons ne surpasse pas 6 millimètres.

§ 6.

Franklin reconnut, sur sa propre maison de Philadelphie, en 1787, qu'un coup de foudre y avait fondu une baguette conique de cuivre de 24 centimètres de long et de 8 millimètres de diamètre à la base.

Cette baguette surmontait une grosse barre de fer qui se prolongeait depuis le toit jusqu'au sol humide.

En 1754, Franklin eut l'occasion d'examiner lui-même les effets du violent coup de tonnerre qui rasa et dispersa dans tous les sens la pyramide en charpente de 21 mètres de haut dont était surmontée la tour carrée, également en charpente, du clocher de la ville de Newbury aux États-Unis. Après avoir produit cet épouvantable dégât, la foudre en arrivant au niveau supérieur de la tour carrée, suivit un fil de fer qui unissait le marteau de la cloche aux rouages de la sonnerie situés beaucoup plus bas.

Ce fil, de la grosseur d'une aiguille à tricoter et de 6 mètres de long, fut réduit en fumée, à l'exception d'un debout 5 centimètres qui, après l'accident, pendait en-

core à la queue du marteau, et d'un autre bout de même étendue qu'on trouva attaché à l'horloge. Le trajet du fil le long des parois revêtues de plâtre et de deux plafonds de la tour, était marqué par un sillon noir semblable à celui que laisse une traînée de poudre après qu'elle a pris feu. Cette sorte de peinture noire se composait, sans aucun doute, de la matière du fil réduite en molécules impalpables.

§ 7.

Le premier coup de foudre que reçut le paquebot *le New-York*, le 19 avril 1827, pendant sa traversée d'Amérique à Liverpool, fondit un tuyau de plomb de 8 centimètres de diamètre et de 13 millimètres d'épaisseur, qui allait du cabinet de toilette à la mer à travers les flancs du navire.

§ 8.

La nature procède rarement par sauts brusques. A côté de chaque effet, il y en a toujours un autre du même genre, mais quelque peu moindre, de telle sorte qu'on peut aller des plus petits aux plus grands sans solution de continuité. Affaiblissez, par la pensée, le coup de foudre qui a fondu une certaine barre métallique, et cette barre ne se fondra plus, et elle passera seulement à cet état d'incandescence et de mollesse qui permettrait à l'ouvrier forgeron de la souder à une autre barre semblablement préparée. Après un autre degré d'affaiblissement de la foudre, la barre ne subira plus qu'un certain échauffement. Une ou deux citations, et l'on pourra se convaincre que nous ne faisons pas ici une vaine théorie.

Le 20 avril 1807, le tonnerre tomba sur le moulin à vent de Great-Marton, dans le Lancashire. Une grosse chaîne en fer (*a large iron chain*) qui servait à hisser le blé, dut être, sinon fondue, du moins considérablement ramollie. En effet, les anneaux étant tirés de haut en bas par le poids inférieur, se rejoignirent, se soudèrent, de manière qu'après le coup de foudre, la chaîne était devenue une véritable barre de fer! (*A rod of iron.*)

Le phénomène observé à Great-Marton s'est reproduit, en juin 1829, au moulin à vent de Toothill (Essex). Là aussi, les anneaux d'une chaîne en fer qui servait à monter les sacs de blé, se trouvèrent soudés entre eux à la suite d'un violent coup de foudre.

§ 9.

Le 5 avril 1807, la foudre tomba sur la maison du garde du bois de Vézinet, entre Paris et Saint-Germain. Après l'événement, on trouva qu'une clé, dont quelqu'un venait de se servir, était soudée par son anneau, au clou auquel on l'avait suspendue.

§ 10.

En mars 1772, le tonnerre tomba sur une des quatre tringles de fer qui dépassent le point le plus élevé du dôme de Saint-Paul, à Londres. Suivant les vues des constructeurs, ces tringles devaient être, par l'intermédiaire de diverses autres pièces métalliques, en communication immédiate avec de larges tuyaux de métal destinés à recevoir les eaux pluviales et à les conduire sous terre. Une de ces communications était légèrement interrompue; et

bien, tout à côté de la solution de continuité, MM. Wilson et Delaval remarquèrent des effets qui les autorisèrent à croire qu'une barre de fer de 10 centimètres de large et de 12 millimètres d'épaisseur, avait acquis la chaleur rouge par l'effet du coup de foudre.

§ 11.

Pour le but que nous nous proposons, ce n'est point assez d'avoir assigné les épaisseurs de divers métaux dont les coups de foudre opèrent la fusion; la détermination des épaisseurs qui résistent ne nous sera pas moins utile.

Il y avait, dans la ville de Crémone, une tour élevée, surmontée d'une girouette, sur laquelle tomba la foudre en août 1777. La tige de cette girouette traversait un piédestal. Le marbre en fut brisé en éclats et jeté sur tous les points environnants. La girouette elle-même, malgré sa lourde masse, alla tomber à 20 pieds de la tour; elle était percée. Tout nous autorise donc à ranger ce coup de foudre parmi les plus violents de nos climats.

Eh bien, la tige en fer de la girouette, avec ses 12 millimètres de diamètre, était brisée, mais n'offrait aucune trace de fusion.

§ 12.

Le 12 juillet 1770, la foudre tomba à Philadelphie, sur la maison de M. Joseph Moulde. Le capitaine Falconer, qui était dans la maison, dit que la détonation fut d'une prodigieuse intensité. A défaut de cette déclaration, l'intensité du coup pourrait se conclure de la fusion de 15 centimètres d'une tige en cuivre (de diamètre inconnu)

qui surmontait le toit. De la tige en cuivre, la foudre passa dans une tringle ronde en fer, de 13 millimètres de diamètre, qui descendait le long du bâtiment et pénétrait en terre à la profondeur de 1 mètre 8.

Cette tringle de fer ne fut ni fondue, ni aucunement endommagée.

§ 13.

Le violent coup de foudre, déjà cité (§ 6 de ce chapitre), qui rasa et dispersa dans tous les sens la pyramide en charpente de 21 mètres de haut dont était surmontée la tour carrée de Newbury, se propagea le long de la tige en fer du pendule de l'horloge, sans la fondre.

Cette tige, cependant, n'avait que la grosseur des fortes plumes d'oie.

La conséquence à tirer de cette observation, quant à la faculté que possèdent les tringles de métal assez minces de transmettre de très-violentes décharges, serait quelque peu équivoque et sujette à discussion, si nous ne pouvions pas prouver que la foudre, dont la puissance au sommet

§ 14.

Pendant que le capitaine Cook était dans la rade de Batavia, la foudre tomba sur son navire avec tant de force, que la secousse fut comparée à celle d'un tremblement de terre. Il n'y eut, toutefois, aucun dommage appréciable ni dans le corps du bâtiment, ni dans les manœuvres; seulement, un fil de cuivre de 5 millimètres de diamètre, qui s'étendait depuis le sommet du grand mât jusqu'à la mer où il plongeait, parut un moment être tout en feu.

CHAPITRE XIX.

LA FOUDRE RACCOURCIT LES FILS MÉTALLIQUES A TRAVERS LESQUELS ELLE PASSE, LORSQUE SA PUISSANCE N'EST PAS ASSEZ GRANDE POUR EN DÉTERMINER LA FUSION.

Il est probable que ce raccourcissement singulier se produit toutes les fois que la foudre n'a pas assez de force pour déterminer la fusion du fil métallique qu'elle parcourt. Je ne connais cependant qu'un fait de ce genre parfaitement constaté. C'est au célèbre artiste anglais Nairne que la science en est redevable.

Le 18 juin 1782, la foudre tomba à Stoke Newington, dans la maison de M. Parker. Par divers indices, il fut manifeste qu'elle parcourut d'abord un tuyau fixé extérieurement à la maison pour donner écoulement aux eaux pluviales; qu'ensuite elle entra dans une chambre à coucher, et que là elle suivit un fil métallique à l'aide duquel une personne pouvait, sans quitter son lit, ouvrir et fer-

mer une serrure de sûreté fixée à la porte d'entrée. Les positions qu'occupait avant et après l'événement un anneau fixé à l'extrémité du fil et qui était demeuré intact, montrèrent que ce fil s'était raccourci de plusieurs centimètres, quoique la foudre n'en eût parcouru que 5 mètres.

Ce raccourcissement une fois constaté, chacun co - prendra sans peine pourquoi des fils métalliques tendus entre des points fixes ou presque fixes, sont souvent brisés par des coups de foudre.

CHAPITRE XX.

LA FOUDRE MET QUELQUEFOIS EN FUSION CERTAINES SUBSTANCES TERREUSES ET LES VITRIFIE INSTANTANÉMENT.

§ 1er.

J'ai déjà dit (chapitre IV, p. 20) quelques mots des bulles et couches vitreuses que les géologues ont observées sur les roches les plus élevées du Mont-Blanc, des Pyrénées, de Toluca. Voici des détails plus précis[1] :

En 1787, Saussure trouva, sur la sommité du Mont-Blanc nommée le Dôme du Goûté, des masses d'amphibole schisteux, recouvertes de gouttes et de bulles noirâtres, évidemment vitreuses, de la grosseur d'un grain de

1. « Les pierres de foudre, disait l'empereur Kang-hi, sont des métaux, des pierres, des cailloux que le feu du tonnerre a métamorphosés en les fondant subitement et en unissant inséparablement différentes substances. Il y a de ces pierres où l'on distingue sensiblement une espèce de vitrification. » (*Mém. des Missionnaires*, tome IV.)

chanvre. Ces bulles lui parurent d'autant mieux devoir être considérées comme des effets de la foudre, qu'il en remarquait de semblables sur des briques qui avaient été frappées par ce météore.

M. Ramond, qui vit les mêmes phénomènes sur plusieurs cimes des Pyrénées, voulut bien jadis, à ma prière, écrire la note intéressante qu'on va lire :

« Le Pic du Midi est une montagne très-dominante et très-isolée. Son sommet a fort peu d'étendue. Il est formé d'un schiste micacé glanduleux d'une dureté extrême, divisé en tables assez épaisses, fort adhérentes entre elles, et ne se subdivisant point en feuillets, mais en parallélipipèdes obliquangles, à la manière des trapps. Sa couleur est un gris noir, un peu argenté par le mica. La foudre n'agit qu'à sa superficie, qu'elle recouvre d'un glacis d'émail jaunâtre, surmonté de boursouflures ou bulles, tantôt sphériques, tantôt crevées et concaves, ordinairement opaques, quelquefois demi-transparentes. Il y a des rochers dont la face entière est vernissée de cet émail, et couverte de bulles dont la grosseur atteint souvent celle d'un pois; mais l'intérieur de la roche demeure parfaitement sain : la partie fondue n'a pas plus d'un millimètre d'épaisseur.

« Le sommet du Mont-Perdu, que j'ai atteint il y a vingt ans, m'a offert le même phénomène. Celui-ci, presque entièrement couvert de neige, ne montre point de rochers continus, mais seulement des fragments de petite dimension, entassés sans ordre. C'est une pierre calcaire, bitumineuse et fétide; mais elle renferme du sablon quartzeux d'une extrême finesse, qui y est mélangé

en assez grande proportion. Plusieurs de ces fragments portent des marques évidentes de l'action de la foudre. Leur surface est chargée de bulles d'émail jaunâtre, et, comme au Pic du Midi, la fusion n'est que superficielle; elle ne pénètre pas au dedans de la pierre, malgré la petitesse de son volume; et, ce qui n'est pas moins remarquable, une chaleur qui a été capable de vitrifier la surface n'a pas enlevé à la pierre cette odeur cadavéreuse dont nous la privons si aisément, soit en la dissolvant dans un acide, soit en la chauffant un peu fortement.

« Enfin, j'ai encore vu, il y a une douzaine d'années, la surface des rochers vitrifiée et couverte de bulles par l'effet de la foudre, dans la roche Sanadoire, montagne du département du Puy-de-Dôme, formée de *klingstein porphyr*, et qui, dans mon opinion, est d'origine volcanique. La fusion est, de même, superficielle, et se manifeste par des bulles et des soufflures sur un glacis de petite épaisseur. »

MM. de Humboldt et de Bonpland ayant gravi la plus haute cime de Toluca (à l'ouest de la ville de Mexico),

perpendiculairement au-dessus de l'ancien cratère du volcan de Toluca, actuellement rempli d'eau, et dont le sommet n'a pas plus de 3 mètres de large.

§ 2.

Saussure, Ramond, M. de Humboldt, ne doutent pas que les bulles et couches vitreuses des Alpes, des Pyrénées, de la Cordillère, ne soient des effets de la foudre; mais cette opinion n'est pas le résultat d'une observation immédiate : ils y sont arrivés par voie d'exclusion; ils l'ont adoptée parce qu'aucune autre explication n'a paru satisfaire aux circonstances du phénomène. Passons donc à des faits qui ne puissent donner lieu à aucune équivoque.

Le 3 juillet 1725, la foudre étant tombée, en rase campagne, sur un troupeau, à Mixbury (Northamptonshire), tua cinq moutons et le berger. Près des pieds de celui-ci on remarqua, dans le terrain, deux trous de 12 centimètres de diamètre et de 1 mètre de profondeur. Le révérend docteur Jos. Wasse, ayant fait creuser avec soin tout autour de ces trous, on reconnut qu'ils étaient cylindriques jusqu'à la profondeur d'un demi-mètre. Après ils devenaient étroits; plus bas encore chacun se bifurquait. Dans la direction d'un des rameaux, on trouva une pierre très-dure, d'environ 25 centimètres de long, de 15 centimètres de large et de 10 centimètres d'épaisseur. Une fente récente la partageait en deux. Sa surface était vitrifiée.

§ 3.

Vers l'année 1750, la foudre tomba sur la tour des

Asinelli, à Bologne, et y produisit quelque dégât. En examinant avec attention une brique sur laquelle le coup porta particulièrement, Beccaria remarqua que la très-mince couche de mortier (sable et chaux), qui adhérait à une des faces de cette brique, avait été complétement vitrifiée sur une étendue de 8 centimètres de long et de 18 millimètres de largeur moyenne. Cette couche vitreuse était verdâtre et bien diaphane.

§ 4.

Le 3 septembre 1789, le tonnerre tomba sur un chêne, dans le parc du comte d'Aylesford, et tua un homme qui avait cherché un abri sous cet arbre. Le bâton que ce malheureux portait à la main, et qui lui servait d'appui, fut, suivant toute apparence, la principale voie que suivit la foudre, puisque le sol, dans le point auquel le bâton aboutissait, était percé d'un trou de 13 centimètres de profondeur et de 67 millimètres de diamètre. Ce trou, examiné peu d'instants après sa formation par le docteur Withering, ne renfermait que quelques racines brûlées du gazon. Là auraient probablement fini les observations, si lord Aylesford ne s'était déterminé à faire construire une petite pyramide dans le lieu même de l'événement, avec une inscription destinée à détourner les passants de chercher, en temps d'orage, un abri sous les arbres. Mais en creusant pour les fondations, on trouva que le sol, dans la direction du trou, avait été noirci jusqu'à la profondeur de 27 centimètres; 54 millimètres plus bas, le terrain quartzeux offrait des traces évidentes de fusion. Les échantillons adressés à la Société royale de Londres

avec le Mémoire du docteur Withering se composaient :

1° D'une pierre quartzeuse dont un des angles avait été complétement fondu ;

2° D'un bloc de sable agglutiné par la chaleur, car il n'y avait aucune matière calcaire entre les grains. Dans cette masse existait une partie creuse (*hollow part*), où la fusion avait été si parfaite que la matière quartzeuse, après avoir coulé tout du long de la cavité, présentait dans le fond une forme globuleuse ;

3° De plusieurs pièces plus petites, toutes offrant quelques cavités (*all have some hollow part*).

CHAPITRE XXI.

TUBES DE FOUDRE OU FULGURITES.

On doit être actuellement assez familiarisé avec l'idée de fusions, de vitrifications opérées instantanément par la foudre, pour que je puisse aborder la question si curieuse et si vivement controversée des tubes de foudre ou fulgurites.

Les tubes de foudre avaient été découverts il y a plus de cent ans (1711), par le pasteur Herman, à Massel, en Silésie, comme le prouvent des échantillons conservés dans le cabinet minéralogique de Dresde ; c'est au docteur Hentzen qu'appartient l'honneur de les avoir trouvés de nouveau en 1805, dans la lande de Paderborn, vulgairement appelée la Senne, et d'avoir le premier indiqué leur origine. On en a depuis recueilli un grand nombre à Pillau, près de Kœnisberg, dans la Prusse orientale ; à

Nietleben, près de Halle sur Saale : à Drigg, i
Cumberland ; dans la contrée sablonneuse située a
de Regenstein, près de Blankenburg, et au Brésil.
les sables de Bahia.

A Drigg, les tubes ont été trouvés au milieu de
de sable mouvant de 13 mètres de hauteur très-v
de la mer. Dans la Senne, on les a le plus souvent d
verts sur le penchant de monticules de sable qui
élevés d'une dizaine de mètres ; quelquefois aussi
des cavités que l'on dirait avoir été creusées dans la
en forme de jattes de 60 à 70 mètres de circuit su
5 mètres de profondeur. A Nietleben, le tube déten
M. Kaserstein était sur le flanc sud-est d'une but
sable et à mi-côte environ.

Les fulgurites sont presque toujours creux. A D
leur diamètre total était de 54 millimètres. Ceux
Senne ont, à la surface du sol, depuis un demi-
mètre jusqu'à 15 millimètres d'ouverture ; ils se r
cissent à mesure que l'on s'enfonce, et se terminent so

[redacted]

ments à la surface du sol, et ils y roulent au gré des vents.

Le plus ordinairement on ne trouve en creusant dans le sable qu'un seul tuyau; quelquefois aussi, parvenu à une certaine profondeur, ce tuyau principal se partage en deux ou trois branches dont chacune donne naissance à de petits rameaux latéraux qui ont depuis une trentaine de millimètres jusqu'à une trentaine de centimètres de long. Ces derniers sont coniques et terminés par des pointes qui s'inclinent graduellement vers le bas.

La paroi intérieure des tubes de foudre est un verre parfait, uni et très-brillant, semblable à l'opale vitreuse (hyalithe). Elle raie le verre et fait feu au briquet.

Tous les tubes, quelle que soit leur forme, sont environnés d'une croûte composée de grains de quartz agglutinés. Cette croûte extérieure est quelquefois arrondie; le plus souvent elle offre une série d'aspérités assez semblables, quant à l'aspect, aux rugosités dont les petites branches de l'orme de Hollande sont couvertes, ou à l'écorce crevassée qui revêt la souche des vieux bouleaux. Les irrégularités du canal vitreux correspondent à celles de la surface extérieure; on dirait que le tube en fusion a été plié en totalité dans divers sens.

Examinés à la loupe, les grains noirs et blancs qui composent la croûte extérieure des fulgurites, paraissent arrondis comme s'ils avaient éprouvé un commencement de fusion. A une certaine distance du centre les grains blancs acquièrent une teinte rougeâtre.

La couleur de la masse interne, et surtout celle des parties extérieures, dépend de la nature des couches

sablonneuses que les tubes traversent. Dans les couches supérieures qui contiennent un peu d'humus (terreau), l'extérieur des tubes est souvent noirâtre. Plus bas, ils sont d'un gris jaunâtre ; plus bas encore, d'un blanc grisâtre. Enfin, là où le sable est pur et blanc, les tubes sont aussi d'une blancheur à peu près parfaite.

Quelle est l'origine des tubes de foudre, des fulgurites? Ces tubes seraient-ils des incrustations formées autour de racines qui auraient disparu? Des stalactites ou autres productions du règne minéral? Des cellules ou loges appartenant à d'anciens habitants de la mer, de la classe des vers? Ou, enfin, des produits de la foudre?

Ces quatre suppositions ont été faites. Les trois premières disparaîtront devant une seule remarque :

A Drigg, où les monticules de sable se déplacent au gré des vents, les tubes devaient être d'une date récente, car s'ils ne sont pas étayés de tous côtés, ils se brisent au moindre choc.

Voyons, quant à la quatrième supposition, si les indices [redacted]

d'abord rouge, passe ensuite au blanc opaque, et finit par s'agglutiner légèrement. Il ressemble alors, en teinte et en cohésion, à celui qui compose la couche extérieure des tubes fulminaires.

Ce même sable, exposé à la flamme de la lampe d'esprit-de-vin soufflée par un courant d'oxygène, suivant le procédé du docteur Marcet, donna, par une action longtemps prolongée, un émail analogue à celui qui revêt le canal intérieur des tubes. La fusion, toutefois, était imparfaite, et l'on sait cependant que la lampe du docteur Marcet fond de gros fils de platine avec un vif scintillement. Des expériences analogues, faites avec le sable de la Senne, ont donné les mêmes résultats.

A une certaine distance du centre des fulgurites, le sable de l'enveloppe, comme nous l'avons dit plus haut, a une teinte rougeâtre. Jeté dans de l'acide hydrochlorique, ce sable rouge se décolora et devint semblable à celui qu'on prenait dans les couches où il est le plus blanc et le plus pur. La liqueur ayant été décantée et soumise à la réaction alcaline, des traces de fer s'y manifestèrent.

Le sable ordinaire de la Senne, après avoir été exposé pendant quelques instants à une forte chaleur dans un creuset de platine, devenait rougeâtre et ressemblait alors à celui qui environne les tubes, avec cette différence seulement qu'il était un peu plus rouge. Quand le creuset eut atteint la chaleur rouge, la ressemblance devint parfaite.

Ce sable rougi dans le creuset de platine, étant soumis à l'action de l'acide hydrochlorique, se décolora comme le sable rougeâtre d'un tube fulminaire. La liqueur décantée

présenta les mêmes traces de fer, et, après une précipitation complète du fer, des traces de chaux.

Que manque-t-il, désormais, pour qu'il soit bien établi que les fulgurites sont engendrées par des coups de foudre ? Il manque une seule chose : la découverte d'un de ces tubes dans le point même de la région sablonneuse vers lequel on aurait vu la foudre se diriger. Eh bien, cette preuve ne nous fera pas défaut.

Le docteur Fiedler, qui a publié en Allemagne des Mémoires approfondis sur les fulgurites (*Blitz rohre*) rapporte, il est vrai sur de simples ouï-dire, les deux faits suivants :

« Un pharmacien de la colonie de Frederichsdorf, s'étant transporté sur la place où deux hommes venaient d'être foudroyés, découvrit dans le sol deux tubes tout à fait semblables aux tubes fulminaires de la Senne.

« Sur les confins de la Hollande, dans une contrée toute sablonneuse, un berger, après avoir vu tomber le tonnerre sur une butte, trouva, dans le point même vers lequel le [redacted]

mier trou, celui qui fut trouvé chaud, n'offrit rien de ticulier. Le second, jusqu'à la profondeur d'un tiers mètre, ne présenta non plus rien de remarquable; mais peu plus bas commençait un tube vitrifié. La fragilité ce tube, conséquence inévitable de la ténuité des parois, permit de le retirer que par petits fragments de 4 à entimètres de long. L'enduit vitreux intérieur était très-sant, couleur gris de perle, et parsemé dans toute son ndue de points noirs.

Après un exemple où, comme le dit M. Hagen, la ure a été prise sur le fait, personne ne peut plus dou- r que la foudre n'ait la propriété de se frayer un chemin ravers le sable, de l'amener instantanément à l'état de ion, et de lui donner sur la longueur énorme de 10 12 mètres, la forme d'un tube creux vitrifié intérieure- nt [1].

. Je ne sais si je me trompe, mais il me semble qu'un fait consi- par Boyle dans ses œuvres, est encore plus extraordinaire que s les phénomènes de fusion et de vitrification instantanée dont ient d'être question. Ce fait le voici :

« Deux grands verres à boire tout pareils étaient l'un à côté de itre sur une table. La foudre pénètre dans l'appartement et paraît diriger si exactement sur les verres, qu'on s'arrête à l'idée qu'elle û passer entre eux. Aucun cependant n'est cassé. Sur l'un, Boyle arque une très-légère altération de forme; quant à l'autre, il it été si fortement *ployé* (ce qui entraîne comme conséquence essaire l'existence d'un ramollissement) qu'il pouvait à peine ter debout sur sa base. »

CHAPITRE XXII.

LA FOUDRE PERCE QUELQUEFOIS DE PLUSIEURS TROUS LES CORPS QU'ELLE FRAPPE.

En 1778, dans l'automne, la foudre tomba sur la maison de l'ingénieur Caselli, à Alexandrie. Elle n'y fit de dégât appréciable que sur les vitres d'une fenêtre. Ces vitres étaient percées d'un, de deux ou de trois trous d'environ 4 millimètres de diamètre. De petites fissures en étoiles fort courtes partaient de ces trous; mais aucun des carreaux n'était fendu d'un bord à l'autre.

En août 1777, la foudre frappa le clocher de l'église paroissiale du Saint-Sépulcre à Crémone, rompit la croix en fer qui surmontait la flèche, et lança au loin la girouette en cuivre étamé recouverte d'une couche de peinture à l'huile, qui tournait immédiatement au-dessous de la croix.

La girouette se trouva percée de dix-huit trous. Les

[redacted]

trous étaient groupés forcerait de supposer que, par
singulier hasard, les coups de directions opposées
sent été, par couples de deux, frapper des parties
sque contiguës du métal. Enfin, l'inclinaison à peu
s identique de toutes les rébarbes par rapport aux
x faces de la girouette n'impliquerait pas moins im-
ieusement le parallélisme des dix-huit coups.

Je me tromperais fort si la réunion de tant de conditions
robables n'amenait pas chacun à l'opinion qu'adop-
ent les physiciens auxquels on doit la première des-
ption du phénomène : à l'opinion que les dix-huit trous
la girouette de Crémone furent le résultat d'un seul
même coup de foudre.

Le 3 juillet 1821, la foudre tomba, à Genève, sur une
ison située près du temple de Saint-Gervais. En re-
erchant minutieusement les effets qu'elle avait produits,
s rédacteurs de la *Bibliothèque universelle* aperçurent
isieurs trous avec des marques de fusion évidentes dans
s feuilles de fer-blanc dont l'arête inclinée du toit était
vêtue. Parmi les effets de ce genre, le plus remar-
able est celui qui se produisit sur une feuille de fer-
anc neuf, recourbée, qui garnissait le bas d'une
eminée à sa sortie du toit et se repliait sur la pente de
même toit. La feuille en question se trouva percée de
ux trous presque circulaires d'environ 3 centimètres de
amètre, distants l'un de l'autre de 13 centimètres à
rtir de leurs centres, offrant sur toute l'étendue de
urs contours de fortes bavures, mais dirigées, dans les
ux trous, en sens opposés.

A propos de ces trous à rébarbes opposés produits p[illegible] la foudre, je trouve, dans le *Giornale* de Pietro Co[illegible] liachi et Gaspare Brugnatelli (1827, p. 335), une ob[illegible] vation du docteur Fusinieri, remarquable suivant [illegible] par cette circonstance, que les trous à rébarbes ne se[illegible] blent pas s'être formés dans le point que la foudre frap[illegible] en premier lieu. Voici au surplus la traduction des par[illegible] du physicien italien :

« Le 25 juin 1827, vers les huit heures du soir, la fou[illegible] tomba sur la maison n° 1349 de Vicence. Une gouttiè[illegible] horizontale de fer-blanc fut frappée la première. Ce de[illegible] tube avait subi une lacération de 10 à 13 centimètr[illegible] de long. Un tube vertical de décharge du même mét[illegible] qui s'adaptait à la gouttière, était percé de trois trous. Le trou supérieur, de 27 millimètres de diamètre, n'offr[illegible] de bavure ni en dedans, ni en dehors. 16 centimètr[illegible] plus bas, il existait un trou à peu près circulaire, d[illegible] 13 millimètres de diamètre, avec une bavure interne. Plus bas encore, à la distance de 8 centimètres, o[illegible] remarquait un trou égal au précédent, mais sa bavure



Dans la nuit du 14 au 15 avril 1718, un coup de foudre fit sauter le toit et les murailles de l'église de Gouesnon, près de Brest, comme aurait fait une mine. Des pierres avaient été lancées dans tous les sens, jusqu'à la distance de 51 mètres.

Le coup de foudre qui frappa jadis le château de Clermont en Beauvoisis, fit un trou de 65 centimètres de large et de 60 centimètres de profondeur, dans un mur dont la construction, suivant la tradition générale, remontait au temps de César, et qui, en tous cas, était si dur, que le pic l'entamait à peine. Les éclats provenant de ce trou se trouvèrent dispersés, en divers sens, à plus de 16 mètres de distance.

Pendant la nuit du 21 au 22 juin 1723, la foudre brisa un arbre dans la forêt de Nemours. Les deux fragments de la souche avaient, l'un 5 et l'autre 7 mètres de long. Quatre hommes n'auraient pas soulevé le premier : la foudre le jeta, cependant, à 15 mètres de distance. Le second était à 5 mètres de la première place, mais dans une direction opposée au premier fragment; son poids surpassait celui que huit hommes parviendraient à remuer.

En janvier 1762, la foudre tomba sur le clocher de l'église de Breâg, dans le Cornouailles. La tourelle (pinacle) en maçonnerie du sud-ouest fut brisée en cent morceaux et totalement démolie.

Une pierre, du poids d'un quintal et demi, avait été jetée de dessus le toit de l'église, dans la direction du sud, à la distance de 55 mètres (*sixty yards*).

On trouva une autre pierre à 364 mètres (400 *yards*)

du clocher, mais celle-ci vers le nord; une troisième était au sud-ouest.

« A Funzie, in Fetlar (Écosse), vers le milieu du dernier siècle, une roche de micaschiste, de 32 mètres de long, de 3 mètres de large et, sur quelques parties, de $1^{m}.20$ d'épaisseur, fut arrachée en un instant par un coup de foudre, et brisée en trois grands fragments, sans compter les petits. Un de ces premiers fragments, de $7^{m}.90$ de long, de 3 mètres de large et de $1^{m}.20$ d'épaisseur, avait été simplement renversé sur lui-même; le second, de $8^{m}.50$ de long, de $2^{m}.10$ de large et de $1^{m}.50$ d'épaisseur, lancé par-dessus un tertre, alla tomber à la distance de 45 mètres. Un autre fragment, d'environ 12 mètres de long, fut projeté dans la même direction avec plus de force encore, et se perdit dans la mer. » (Extrait par M. Hibbert des manuscrits du R. George Low, cité par M. Lyell dans le Ier volume de ses *Principes de Géologie.*)

Le 6 août 1809, à Swinton, distant d'environ 8 kilomètres de Manchester, la foudre produisit, sur une partie de la maison de M. Chadwick, des effets mécaniques re-

s'approcher, une explosion épouvantable se fit entendre. Elle fut immédiatement suivie de torrents de pluie. Pendant quelques minutes, une vapeur sulfureuse entoura la maison.

Le mur extérieur du petit bâtiment, cave et citerne, fut arraché de ses fondations et soulevé en masse ; l'explosion le porta verticalement, et sans le renverser, à quelque distance de la place qu'il occupait d'abord. L'une de ses extrémités avait marché de 2m.70; l'autre, de 1m.20.

Le mur ainsi soulevé et transporté se composait, sans compter le mortier, de 7,000 briques et pouvait peser environ 26,000 kilogrammes.

Au moment du phénomène, la cave renfermait une tonne de charbon, et la citerne une certaine quantité d'eau. (*Mém. de Manchester,* t. II, 2e série.)

M. Liais rapporte que, pendant l'orage qui éclata à Cherbourg dans la nuit du 11 au 12 juillet 1852, la foudre tomba sur le mât de misaine du navire *le Patriote,* qui se trouvait dans le port. Le mât foudroyé a été fendu sur une longueur de 26 mètres, entre l'extrémité du mât et la hune; plusieurs fragments ont été lancés à une grande distance. La force de projection a été telle qu'un morceau long de 2 mètres, ayant 20 centimètres d'équarrissage par le bout le plus épais, terminé en pointe par l'autre extrémité, est venu, à 80 mètres environ de distance, enfoncer la cloison en chêne du bâtiment de la tôlerie, cloison épaisse de 3 centimètres. Cet éclat est entré par le bout le plus gros, s'est enfoncé de près de moitié de sa longueur dans la cloison : un nœud l'a arrêté.

CHAPITRE XXIV.

ACTION MAGNÉTIQUE DE LA FOUDRE.

LA FOUDRE, QUAND ELLE PASSE PRÈS D'UNE AIGUILLE DE BOUSSOLE, EN ALTÈRE LE MAGNÉTISME, LE DÉTRUIT ENTIÈREMENT, OU RENVERSE LES PÔLES. — DANS LES MÊMES CIRCONSTANCES, ELLE PEUT COMMUNIQUER UNE AIMANTATION PLUS OU MOINS FORTE A DES BARRES D'ACIER QUI, AUPARAVANT, N'EN OFFRAIENT AUCUNE TRACE.

Voilà, assurément, des propriétés de la foudre bien curieuses. Les lecteurs ne seront pas fâchés, j'imagine, de savoir comment on les a découvertes. Ils voudront aussi qu'on leur dise, si les renversements des pôles, dans les aiguilles de boussole, sont des phénomènes très-rares; ce double but sera atteint par les citations que je réunis ici.

Vers l'année 1675, deux bâtiments anglais marchaient de conserve dans un voyage de Londres à la Barbade. A la hauteur des Bermudes, la foudre brisa le mât d'un d'entre eux et en déchira les voiles; l'autre ne reçut aucun dommage. Le capitaine de ce second bâtiment ayant

[redacted]

Dans le mois de juillet 1681, d'après ce que rapporte Boyle, le navire *l'Albemarl*, qui se trouvait alors à une centaine de lieues du cap Cod, fut frappé de la foudre. Il en résulta d'assez graves dégâts dans les mâts, dans les voiles, etc. Quand la nuit arriva, chacun reconnut, de temps, d'après les étoiles, que des trois boussoles qui existaient sur le bâtiment, deux, au lieu de marquer le nord, comme précédemment, indiquaient le sud, et que l'ancien point nord de la troisième était dirigé à l'ouest.

La foudre éclata sur le navire anglais *le Dover*, capitaine Waddel, le 9 janvier 1748, par 47° 30′ de latitude nord et 22° 15′ de longitude ouest de Greenwich. Le principal mât, le pont, les chambres et quelques parties des cordages souffrirent plus ou moins. Les pôles des aiguilles dans les quatre boussoles que portait le bâtiment furent renversés : le nord était passé au sud et réciproquement.

Un coup de foudre détruisit, il y a quelques années, le magnétisme des quatre boussoles qui existaient à bord du brick *Méduse*, pendant son voyage de La Guayra à Liverpool. De ces quatre instruments, deux étaient sur le pont et deux dans la chambre du capitaine. (*Silliman*, t. XII, 1827.)

Le coup de foudre déjà cité plusieurs fois, qui frappa le *New-York*, en 1827, eut pour effet une diminution considérable et même la neutralisation complète du magnétisme des aiguilles des quatre boussoles dont ce bâtiment était pourvu.

Les renversements de pôles des aiguilles de boussole par l'influence de la foudre doivent être plus fréquents que les physiciens ne l'imaginent. Dans le court intervalle

de 1808 à 1809, j'ai été presque témoin de deux événements de cette nature. Le premier arriva sur la corvette de guerre française *la Baleine*, que je vis entrer assez endommagée sur la rade de Palma à Mallorca ; le second, sur un bâtiment génois qui vint se briser sur la côte, à quelque distance d'Alger, au moment où, trompé par la position anomale qu'un coup de tonnerre avait donnée aux boussoles, le capitaine croyait faire route vers le nord.

Dans le fait relatif à *l'Albemarl*, que j'ai emprunté à Boyle, il est question d'une boussole qui, après un coup de foudre, pointait à l'ouest. Les journaux nautiques citent des cas dans lesquels, par l'influence du même météore, des aiguilles s'étaient tournées d'une manière permanente au nord-nord-ouest, ou au nord-ouest, ou au sud-ouest, etc. Pour dire la même chose en d'autres termes, la foudre n'aurait pas seulement la propriété de renverser les pôles, nord pour sud et réciproquement; l'altération ne serait pas non plus limitée à un angle droit: elle pourrait avoir toutes les valeurs comprises entre 0 et 180°.

C'est sans raison, à mon avis, que ces faits ont été regardés comme impossibles. Les aiguilles des boussoles sont ordinairement des losanges en acier très-allongés. Les pôles y occupent les deux extrémités de la grande diagonale; mais avec un peu de soin, et en manœuvrant convenablement les aimants naturels ou artificiels qui servent à aimanter ces aiguilles, on pourait amener ces mêmes pôles aux extrémités de la petite diagonale, et dès lors, ce serait celle-ci qui se placerait à peu près

ns le méridien, la grande marquerait l'est et l'ouest. Ce que feraient les aimants, le tonnerre doit quelques l'opérer. Un coup de ce météore peut transporter les les de l'aiguille, des angles aigus aux angles obtus du ange, ou dans tout autre point intermédiaire entre ces ux positions extrêmes. Après le changement, la fleur de de la rose des vents que l'artiste avait soigneusement aptée au pôle nord, correspondant à un autre point, it-il s'étonner que, suivant la quantité du déplacement, e se dirige au nord-ouest, au nord-est, à l'ouest, à st, etc.?

Je me suis certainement placé dans les conditions les is défavorables possibles, lorsque j'ai supposé que les uilles des boussoles marines ont toujours été fabriquées c des masses d'acier compactes d'une certaine largeur. lis, en effet, ces aiguilles se composaient de deux fils inncts du même métal, légèrement infléchis dans leur ieu. Par leur rapprochement, ces fils formaient le conr d'un losange. L'aiguille était donc un losange évidé, non un losange plein comme de nos jours. L'un des fils nait les deux côtés de droite; l'autre, les deux côtés gauche. Aux deux bouts de la grande diagonale, aux ix angles aigus du losange, il n'y avait entre les deux qu'un simple contact, qu'une simple juxta-position. ns un pareil système, il y a place pour la distribution magnétisme la plus compliquée, pour la formation de ints conséquents, et dès lors pour toutes les bizarreries l'on a mises, à tort, sur le compte de la crédulité des arins.

CHAPITRE XXV.

AIMANTATION PAR LA FOUDRE.

Passons des cas dans lesquels la foudre a modifié l'état de corps préalablement magnétisés, à ceux où elle a été le principe magnétisant.

En juin 1731, un marchand avait placé dans l'angle de sa chambre, à Wakefield, une grande caisse de couteaux, de fourchettes, et plusieurs autres objets en fer et en acier, qui devaient être envoyés aux colonies. La foudre entra dans la maison précisément par cet angle; elle brisa la boîte et dispersa tout ce qu'elle renfermait. Les fourchettes, les couteaux, soit qu'ils offrissent des traces de fusion, soit qu'ils parussent parfaitement intacts, étaient tous devenus fortement magnétiques.

A la suite du coup de foudre qui frappa le bâtiment *le Dover,* en janvier 1748, le capitaine Waddel reconnut qu'un grand nombre de pièces en fer et en acier situées près de l'habitacle avaient été fortement aimantées.

J'ai lu quelque part que la foudre qui tomba dans la boutique d'un cordonnier, en Souabe, y aimanta tellement tous les outils, que ce pauvre artisan ne pouvait plus s'en servir. Il était sans cesse occupé à débarrasser son marteau, ses tenailles et son tranchet, des clous, des aiguilles, des alènes, dont ils s'étaient saisis sur l'établi.

Lorsque le paquebot *le New-York* arriva à Liverpool en mai 1827, après avoir été deux fois frappé de la foudre, M. Scoresby reconnut que les clous des cloisons et des panneaux brisés, que les ferrures des mâts tombées

· le pont, que les couteaux et les fourchettes qui, au ment de la décharge, étaient dans la soute au biscuit, in, que les pointes d'acier des instruments de mathé-tiques, avaient acquis un magnétisme très-prononcé.

Les altérations que la foudre fait éprouver aux aiguilles mantées des boussoles nautiques, ont eu souvent de -graves conséquences. Nous l'avons déjà dit, à la suite n coup de foudre, des marins, trompés par les fausses ications de leurs instruments, se sont jetés sur des eils dont ils croyaient s'éloigner à toutes voiles. L'ai-ntation instantanée de la multitude des masses d'acier andues sur un navire, peut créer des centres d'attrac-n puissants. De là, sans que les boussoles aient été rangées elles-mêmes, résultent des déviations locales utant plus nuisibles, qu'en pleine mer le navigateur a u de moyens d'en constater l'existence et surtout d'en terminer la valeur. Ces deux genres de perturbations sont pas les seuls contre lesquels le pilote ait à se pré-unir. Quand un coup de foudre aimante les diverses èces en acier qui entrent dans la composition d'un chro-mètre, et particulièrement le balancier, une nouvelle ce, le magnétisme terrestre, s'ajoute à celles des ssorts qui, primitivement, réglaient la marche de ces mirables mais très-délicates machines. Cette nouvelle ce donne lieu quelquefois à des accélérations ou à des tards sensibles. Aussi, après un certain nombre de jours navigation, en résulte-t-il, sur la longitude géogra-ique, des erreurs très-dangereuses. Les chronomètres paquebot *le New-York*, par exemple, à leur arrivée à verpool, étaient de 33ᵐ 58ˢ en avance de ce qu'ils

auraient marqué si la foudre n'avait pas frappé le bâtiment.

Lorsque M. Rihouet fut blessé par le coup de foudre qui frappa le vaisseau *le Golymin*, dans la nuit du 21 au 22 février 1812, toutes les pièces en acier d'une montre à répétition qui était suspendue près de sa tête, furent aimantées. Vingt-sept ans après, cette aimantation, produite par la matière fulminante, durait encore.

Le danger que la foudre peut faire courir aux navigateurs en altérant la marche de leurs chronomètres n'a été remarqué que depuis peu d'années.

CHAPITRE XXVI.

LA FOUDRE, DANS SA MARCHE SI RAPIDE, OBÉIT À DES ACTIONS DÉPENDANTES DES CORPS TERRESTRES PRÈS DESQUELS ELLE ÉCLATE.

Rien ne me semble plus propre à montrer que, dans sa marche si prodigieusement rapide, la foudre est gouvernée par des forces dépendantes de la nature et de la position des corps terrestres près desquels elle éclate, que la relation adressée à Nollet, en juillet 1764, par le comte de Latour-Landry, concernant le coup de tonnerre qui frappa l'église d'Antrasme près de Laval.

Le 29 juin 1763, au milieu d'un violent orage, la foudre tomba sur le clocher d'Antrasme; elle pénétra dans l'église, fondit ou noircit les dorures des cadres et des contours de certaines niches; elle laissa noircies et à demi-grillées les burettes d'étain placées sur une petite armoire; enfin elle perça de deux trous profonds, réguliers comme ceux d'une tarière, la crédence peinte en

marbre contenue dans une niche en pierre de tuffeau.

Tous ces dégâts furent réparés : on rétablit les dorures, on boucha les trous, on repeignit toutes les parties détériorées. Eh bien, le 20 juin 1764, le tonnerre tomba sur le même clocher; de là il passa dans la même église, où il noircit les dorures qui avaient été noircies en 1763, et pas davantage; où il fondit celles qu'il avait fondues, juste dans les mêmes limites; les deux burettes étaient noircies, grillées comme un an auparavant; enfin les deux trous bouchés et repeints se trouvèrent débouchés.

Ceux qui prendront la peine de réfléchir aux milliards de combinaisons qui pouvaient rendre différentes les routes des coups de foudre de 1763 et de 1764, n'hésiteront pas, j'imagine, à voir avec moi, dans la parfaite identité des effets des deux météores, une preuve démonstrative de la proposition que j'ai placée en tête de ce chapitre.

La foudre tomba à Péronne, le 10 septembre 1841, dans une chambre où, vingt-cinq ans auparavant, elle avait failli tuer le poëte Béranger.

CHAPITRE XXVII.

LORSQUE L'ATMOSPHÈRE EST ORAGEUSE, IL Y A, SIMULTANÉMENT, DANS LES ENTRAILLES DE LA TERRE, A LA SURFACE OU AU SEIN DES EAUX, DE GRANDES PERTURBATIONS.

Davini écrivait à Vallisneri qu'il avait observé, près de Modène, une fontaine dont les eaux toujours limpides par un temps serein, devenaient troubles quand le ciel se couvrait. Je ne sais si cette remarque a été vérifiée

depuis; Vallisneri, en tout cas, ne la révoquait pas en doute. Il ajoutait, comme résultat de ses propres observations, que les salses de Zibio, de Querzola, de Cassola, etc., du même duché de Modène, et que les solfatares annoncent un orage, avant qu'il éclate, avant même qu'il se soit formé, et cela par une certaine espèce d'ébullition, par des bruits semblables à ceux du tonnerre, quelquefois aussi par de véritables coups fulminants.

Toaldo cite deux phénomènes semblables, dont il avait personnellement connaissance, et que je crois devoir rapporter.

Dans les collines du Vicentin, à peu de distance de l'église paroissiale de Molvena, existe une fontaine que les habitants appellent Bifoccio, parce qu'effectivement elle embrasse deux sources. Quand un orage se prépare, cette fontaine, même après une longue sécheresse, même aux époques où elle est complétement à sec, déborde subitement et remplit un large canal d'une eau très-trouble, qui se répand dans les vallées voisines.

Voici un fait dont l'analogie avec les deux précédents

[illegible] d'une explosion, à la suite de laquelle la fontaine artésienne fournit la même quantité d'eau qu'auparavant.

A 5 kilomètres environ de la source de Bifoccio, selon Toaldo, près de l'église paroissiale de Villaraspa, dans la cour de M. Joseph Pigati, de Vicence, il y a un puits profond qui bouillonne tellement aux approches d'un orage, qui fait un si grand bruit, que les habitants des environs en sont tout effrayés [1].

J'ose affirmer qu'on va souvent chercher au loin, dans un autre hémisphère, des sujets d'étude mille fois moins intéressants que les deux dont je viens de faire mention.

Le journal de Brugnatelli nous apprend que, le 19 juillet 1824, à la suite d'un orage, les eaux du lac Massaciuccoli, dans le territoire de Lucques, devinrent blanches comme si l'on y avait fait dissoudre une grande quantité de savon. Cet état durait encore le 20. Le lendemain, beaucoup de poissons morts, grands et petits, furent trouvés sur le rivage!

N'est-ce pas là une double indication de quelque éma-

1. Ce serait peut-être le cas de dire ici quelques mots des roulements souterrains qu'entendent pendant les orages ceux qui se tiennent près de plusieurs des ouvertures naturelles par lesquelles le célèbre lac de Zirknitz s'emplit et se vide périodiquement. Valvasor nous apprend que deux de ces ouvertures portent deux noms (Vella et Mala-Bobnaza), qui, dans le langage de la Carniole, veulent dire le plus petit et le plus grand tambour. Voilà bien, assurément, tout ce qu'il faut pour croire à l'existence d'un bruit souterrain; mais ici (le doute, comme on l'a vu, n'existe pas à Villaraspa, puisque le phénomène se manifeste avant que l'orage éclate), le bruit est-il un simple phénomène d'acoustique, une succession d'échos, ou bien résulte-t-il d'une sorte d'orage intérieur, dont l'existence serait subordonnée à celle de l'orage atmosphérique? On manque de données pour prononcer entre ces deux hypothèses.

se fai
des inon
supérieu
quantité
un cert
pas
ses mas
couvert
orage n
probablement
en point,
de l'inonda
villages de
d'York. Pen
se forma dans la
aires, la
contribu
aux malheurs qu'on

timent unanime, il eut pour cause principale l'immense volume d'eau souterraine qui tout à coup, pendant l'orage, sortit du sein des montagnes par de nouvelles ouvertures.

Ces ruptures locales de l'écorce solide du globe n'auraient rien d'extraordinaire, s'il était prouvé que dans des temps orageux l'eau tend à se réunir aux nuages, et que cette tendance se manifeste par des intumescences prononcées. Or, voilà précisément ce qui résulte avec évidence des observations faites à bord du paquebot *le New-York*, en avril 1827.

Pendant que l'orage grondait autour de ce navire, la mer était dans un bouillonnement continuel qui, par sa nature, aurait pu faire croire à l'existence de plusieurs volcans sous-marins. On apercevait surtout trois colonnes d'eau; elles s'élançaient dans les airs, puis retombaient en écumant, puis s'élevaient de nouveau pour retomber encore.

Il existe au Mont-d'Or, en Auvergne, un bâtiment très-ancien au milieu duquel est une cuve en pierre d'un seul bloc, qu'on appelle la *cuve de César*. Elle a 1 mètre de large et 12 décimètres de profondeur. Le fond de cette cuve est percé de deux ouvertures, à travers lesquelles deux colonnes d'eau, sortant de terre, jaillissent en bouillonnant, c'est-à-dire en produisant un bruit, une sorte d'éructation dont l'intensité, d'après les observations souvent répétées de M. le docteur Bertrand, augmente considérablement quand le temps est orageux.

Les habitants de la vallée avaient trouvé, eux aussi, dans le bruit de la source jaillissante de la cuve de César,

un signe avant-coureur des orages. Ce signe, dise ne les trompe jamais !

Un pareil phénomène mérite assurément d'êtr avec un grand soin. On ne fera pas moins pour la en cherchant s'il est vrai, comme Berzélius croit remarqué, que les flacons bien bouchés, conten l'eau chargée d'acide carbonique, éclatent beauco fréquemment que d'habitude pendant les orages; prouve surtout que les vibrations imprimées au ve les détonations de la foudre ne contribuent nulle l'effet qu'a observé l'illustre chimiste suédois.

Le célèbre Duhamel du Monceau rapporte que les sans tonnerre, sans vent et sans pluie, ont la propr rompre les épis d'avoine. Les fermiers connaiss effet : ils disent que les éclairs abattent les avoines

Le 3 septembre 1771, Duhamel fut lui-même de ce phénomène au château de Denainvilliers, p Pithiviers. Dans la nuit du 2 au 3, il éclaira be le matin. Au jour, on trouva que tous les épis qui



On enlevait, au mois de mai de l'année dernière
5), l'écorce d'un bois de chêne situé sur une émi-
, à deux lieues de Genève. Cette opération n'est
ble que dans la saison où la sève, en mouvement
le bois et l'écorce, détruit suffisamment l'adhé-
de celle-ci pour qu'elle se sépare avec facilité, et
e les ouvriers remarquent-ils que l'état de l'atmo-
e influe d'une manière très-marquée sur cette opé-
. Un jour, le vent était au nord, le ciel serein;
ce ne s'enlevait qu'avec beaucoup de difficulté;
midi, le temps se couvre vers l'ouest, le tonnerre
e... et au même instant l'écorce des arbres s'enlève
ainsi dire d'elle-même, à la grande surprise des
rs, qui se récrient tous sur ce phénomène, et qui
nt d'autant moins à l'attribuer à l'état de l'air,
lisparaît avec les symptômes de cette disposition de
sphère. » (*Bibliothèque britannique*, vol. II, p. 221.)
passe sous silence une multitude d'*on dit* sur la
iété qu'aurait le tonnerre, alors même qu'il ne
pas, de faire cailler le lait, d'aigrir le vin, d'accé-
la corruption des viandes, etc., etc. Je ne connais
expériences précises qui en établissent l'exactitude.
rtion unanime des cuisinières, des marchands de
es bouchers, etc., peut bien légitimer des doutes,
e saurait tenir lieu de preuves.

CHAPITRE XXVIII.

L'ÉTAT EXCEPTIONNEL DANS LEQUEL LES ORAGES ATMOSPHÉRI PLACENT LA PARTIE SOLIDE DU GLOBE, SE MANIFESTE QUEL FOIS PAR DES DÉTONATIONS FOUDROYANTES QUI, SANS AU APPARENCE LUMINEUSE, PRODUISENT CEPENDANT LES M EFFETS QUE LA FOUDRE PROPREMENT DITE.

Je ne connais qu'une seule observation direct puisse justifier cet énoncé; mais elle est si nett démonstrative, M. Brydone en recueillit toutes le constances avec un soin si intelligent, si éclairé, doute, quant aux conséquences qui en découle semble pas même permis.

Le 19 juillet 1785, entre midi et une heure, il un orage dans le voisinage de Goldstream. Pend durée, il y eut dans la campagne environnante pl accidents remarquables que je vais analyser.

Une femme qui coupait du foin près des rives Tweed tomba à la renverse. Elle appela sur-le-



etit siége. Ils venaient l'un et l'autre de traverser la
ed; ils achevaient de gravir une montée voisine des
de cette rivière, lorsqu'on entendit à la ronde une
détonation semblable à celle qui serait résultée de
harge à peu près simultanée de plusieurs fusils, mais
ucun roulement. Au même instant, le cocher du
reau de derrière vit le tombereau de devant, les
hevaux et son camarade tomber à terre. Le cocher
chevaux étaient raides morts! Examinons scrupu-
ent les détails de cet événement.

bois du tombereau avait été fortement endommagé,
out où il existait des clous et des crampons en fer.
grand nombre de morceaux de charbon se trou-
dispersés au loin, tout autour du tombereau. On
, d'après l'aspect de plusieurs d'entre eux, qu'ils
restés sur le feu pendant quelque temps.

sol était percé de deux trous circulaires à l'endroit
où les roues le touchaient quand l'accident arriva.
mi-heure après l'événement ces deux trous émet-
une odeur que Brydone compara à celle de l'éther.

deux bandes circulaires en fer qui recouvraient les
jantes offraient des marques évidentes de fusion
les deux parties qui reposaient sur la terre au mo-
de la détonation, et nulle autre part.

poil des chevaux avait été brûlé, particulièrement
mbes et sous le ventre. En examinant l'empreinte
par ces animaux sur la poussière qui couvrait la
, on reconnut qu'au moment de leur chute ils étaient
létement morts, qu'ils tombèrent comme des masses
es, qu'ils n'éprouvèrent aucun mouvement convulsif.

Le corps du malheureux cocher présentait, çà e
des marques de brûlures. Ses habits, sa chemise e
chapeau surtout, étaient réduits en lambeaux. Ils r
daient une forte odeur.

Voilà incontestablement les principaux effets d'u
de foudre ordinaire ; eh bien, la détonation ne fut
dée d'aucun éclair, d'aucun phénomène de lumière
avons pour garants de ce fait remarquable le coc
second char, lequel, au moment de l'accident,
avec son camarade, dont il n'était éloigné que
vingtaine de mètres, et qui le vit tomber sans avoir
aucune lumière. Nous pouvons invoquer aussi le
gnage du berger de la ferme de Saint-Cuthbert ; c
déclara à M. Brydone qu'il suivait de l'œil les deu
bereaux quand la détonation arriva ; que la chute
voiture, des chevaux et du cocher fut accompagné
formation d'un tourbillon de poussière, mais qu
éclair, qu'aucun feu ne se montra. Nous ajouterons
que M. Brydone, dans le moment même de l'ac
s'était placé devant une fenêtre ouverte pour m



CHAPITRE XXIX.

L'ÉTAT PARTICULIER QU'UN ORAGE ATMOSPHÉRIQUE COMMUNIQUE AU GLOBE PAR SON INFUENCE, SE MANIFESTE QUELQUEFOIS PAR DE BRILLANTS, PAR DE LARGES PHÉNOMÈNES DE LUMIÈRE DONT LA TERRE EST D'ABORD LE SIÉGE, ET QUI DISPARAISSENT A LA SUITE D'UNE EXPLOSION, SOIT DANS LE LIEU MÊME OU ILS SONT NÉS, SOIT APRÈS UN DÉPLACEMENT PLUS OU MOINS ÉTENDU ET PLUS OU MOINS RAPIDE.

Le fait que je vais rapporter prouve que, par l'influence [d']un orage, des flammes peuvent se développer au sein [de]s eaux et en jaillir.

Dans la nuit du 4 au 5 septembre 1767, pendant un [vio]lent orage, le fermier d'un étang, près de Parthenai, [en] Poitou, le vit couvert dans toute son étendue d'une [fla]mme si épaisse qu'elle lui dérobait la vue de l'eau [1].

Il paraît, enfin, que de grands météores lumineux [d']une nature analogue à celle de la foudre naissent quel[qu]efois à la surface du globe, même quand le ciel ne [se]mble pas orageux. J'en trouverai la preuve dans un [év]énement de mer qui, déjà, a été cité sommairement [po]ur un autre objet (chapitre XI, p. 81).

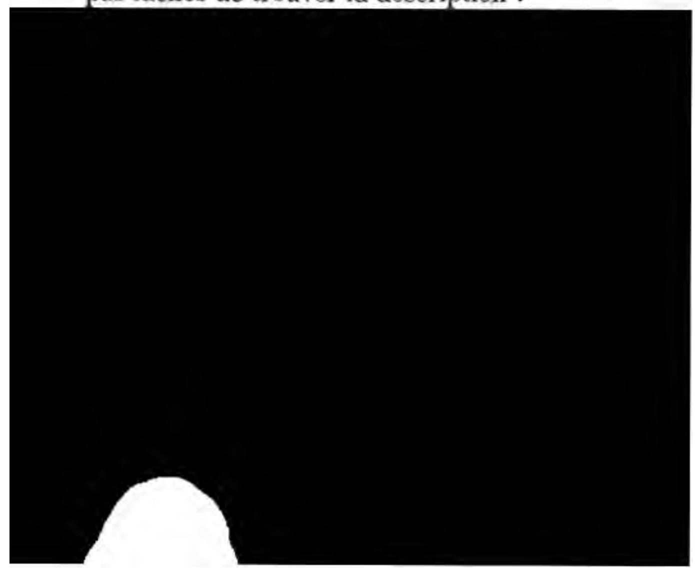
Le 4 novembre 1749, par 42° 48′ de latitude nord, et [9]° un tiers de longitude occidentale (comptée de Paris), [qu]elques minutes avant midi et par un temps serein, un [gl]obe bleuâtre de feu, de la grandeur apparente d'une [me]ule de moulin, s'avança rapidement vers le vaisseau [an]glais *le Montague,* en roulant à la surface de la mer.

1. Le lendemain tous les poissons flottaient morts à la surface de [l'ét]ang.

Le globe, après s'être élevé verticalement à peu d
tance du navire, alla frapper les mâts avec une e
sion comparable à celle de plusieurs centaines de ca
Le grand mât de hune était brisé en une multitu
pièces; une large fente régnait de haut en bas le lo
grand mât; cinq matelots furent jetés sur le pon
connaissance; un d'entre eux était grièvement brû

La nature fulminante du phénomène me paraît r
de l'odeur sulfureuse qui se répandit dans les bat
et plus particulièrement encore de cette circonstanc
de gros clous en fer arrachés dans diverses part
navire furent projetés sur le pont avec une telle
qu'ils s'y enfoncèrent profondément. Il ne fallut rien
que de puissantes tenailles pour les arracher.

Le savant docteur Robinson d'Armagh a eu l
plaisance de me faire part d'un phénomène de l
très-remarquable, observé sur les eaux sans aucune
rence d'orage, et dont les lecteurs ne seront certai
pas fâchés de trouver la description :



ne fut donc pas changée. Lorsque le navire pénétra dans la région lumineuse, tout l'équipage était silencieux, attentif, en proie à une vive préoccupation. Aussitôt on aperçut aisément les parties les plus élevées des mâts et des voiles et tous les cordages. Le météore pouvait avoir une étendue de 400 mètres. Lorsque la partie antérieure du navire en sortit, elle se trouva subitement dans l'obscurité ; aucun affaiblissement graduel ne se fit remarquer. On s'était déjà fort éloigné de la région lumineuse qu'elle se voyait encore à l'arrière du navire. »

La cause de ces phénomènes de lumière, pour me servir de la belle expression de Pline, est encore cachée dans la majesté de la nature.

Indépendamment des feux problématiques dont il vient d'être question, lesquels, en temps d'orage, naissent sur le sol, y demeurent quelque temps stationnaires et ne le quittent que pour éclater à une petite hauteur, comme les feux de Fosdinovo et de Dijon, ce serait sur la terre, s'il fallait en croire Maffei, Chappe, etc., que s'élaborerait presque toujours la foudre ; ce serait de terre que partiraient subitement, inopinément, les éclairs foudroyants. Au lieu de se précipiter des nuages, ces éclairs iraient, au contraire, les rejoindre par un mouvement dirigé de bas en haut.

Les partisans de cette opinion disent qu'ils ont vu distinctement la foudre s'élever à la manière des fusées. En admettant comme un fait la marche si rapide qui résulte des expériences de M. Wheatstone, on conçoit difficilement la possibilité de distinguer à l'œil si un éclair qui joint les nuages à la terre, a été montant ou descendant.

Toutefois, comment taxer d'erreur tant d'observat
exercés? Les éclairs ascendants, ainsi que les éclair
boule, dont il a été si longuement question dans le c
pitre VII, se mouvraient-ils donc plus lentement que
éclairs engendrés au sein de l'atmosphère? Ce sujet app
de nouvelles recherches. Celui qui aura vu, nettement
un éclair attaché à la terre par l'une de ses extrémi
ne point atteindre par l'extrémité opposée la surface d
nuages, aura fait faire à la question un pas décisif.

CHAPITRE XXX.

FEUX SAINT-ELME.

IL SE MONTRE SOUVENT, EN TEMPS D'ORAGE, DES LUMIÈRES VIV
ET LÉGÈREMENT SIFFLANTES, AUX PARTIES LES PLUS SAILLANT
DES CORPS TERRESTRES.

Dans les temps orageux, les portions saillantes d
corps, et principalement les parties métalliques, bril
quelquefois d'une assez vive lumière, que les anciens d

laquelle il tomba beaucoup de grêle), le fer des javelots de la cinquième légion parut en feu. »

Sénèque raconte qu'une étoile alla, près de Syracuse, se reposer sur le fer de la lance de Gylippe.

On lit dans Tite-Live que le javelot dont Lucius Atreus venait d'armer son fils, récemment enrôlé parmi les soldats, jeta des flammes pendant plus de deux heures sans être consumé.

Pline avait vu lui-même de semblables clartés, à la pointe des piques de soldats qui étaient la nuit en faction sur les remparts.

Plutarque parle d'observations semblables faites en Sardaigne et en Sicile.

Procope nous apprend que, dans la guerre contre les Vandales, le ciel favorisa Bélisaire du même prodige.

Voilà, ce me semble, assez de faits, quant aux flammes qui se montrent à terre, sur la pointe des lances, des javelots, etc. Les mêmes auteurs nous fourniraient des citations beaucoup plus nombreuses encore, relativement à des apparitions analogues qui ont eu lieu en temps d'orage dans les diverses parties des navires.

Plutarque rapporte, par exemple, qu'au moment où la flotte de Lysandre sortait du port de Lampsaque pour attaquer la flotte athénienne, les deux feux qu'on appelle les étoiles de Castor et de Pollux, allèrent se placer des deux côtés de la galère de l'amiral lacédémonien.

On regardait, dans l'antiquité, les apparitions de flammes sur les mâts, les vergues ou les cordages des bâtiments, comme des présages. Aussi étaient-elles observées avec un grand soin et recueillies scrupuleusement par les

historiens. Une seule flamme (on lui donnait alors le nom d'Hélène), était considérée comme un signe menaçant. Deux flammes, Castor et Pollux, prédisaient, au contraire, du beau temps et un heureux voyage.

Si l'on est curieux de savoir sous quel point de vue les navigateurs contemporains de Colomb envisageaient ces mêmes phénomènes, nous emprunterons à l'*Historia del Almirante,* écrite par son fils, ce passage si fortement empreint des idées du XVe siècle :

« Dans la nuit du samedi (octobre 1493, pendant le second voyage de Colomb), il tonnait et pleuvait très-fortement. Saint-Elme se montra alors sur le mât de perroquet avec sept cierges allumés, c'est-à-dire qu'on aperçut ces feux que les matelots croient être le corps du saint. Aussitôt, on entendit chanter sur le bâtiment force litanies et oraisons, car les gens de mer tiennent pour certain que le danger de la tempête est passé dès que Saint-Elme paraît. Il en sera de cette opinion ce qu'on voudra, etc., etc. »

Herrera nous apprend que les matelots de Magellan

découvre plus aucune trace dans les relations des navigateurs du milieu ou de la fin du XVIIe siècle. Peut-être, cependant, faut-il la regarder comme la source de cette autre opinion, passablement étrange aussi, qui faisait des feux Saint-Elme des objets matériels dont on pouvait aller se saisir au sommet des mâts pour les descendre sur le pont. Le passage que je vais emprunter aux *Mémoires de Forbin*, présentera ces idées dans toute leur naïveté, en même temps qu'il fera connaître les énormes dimensions que les feux Saint-Elme acquièrent quelquefois :

« Pendant la nuit (en 1696, par le travers des Baléares), il se forma tout à coup un temps très-noir, accompagné d'éclairs et de tonnerres épouvantables. Dans la crainte d'une grande tourmente dont nous étions menacés, je fis serrer toutes les voiles. Nous vîmes sur le vaisseau plus de trente feux Sainte-Elme. Il y en avait un, entre autres, sur le haut de la girouette du grand mât qui avait plus d'un pied et demi ($0^{m}.50$) de hauteur. J'envoyai un matelot pour le descendre. Quand cet homme fut en haut, il cria que ce feu faisait un bruit semblable à celui de la poudre qu'on allume après l'avoir mouillée. Je lui ordonnai d'enlever la girouette et de venir; mais à peine l'eut-il ôtée de place, que le feu la quitta et alla se poser sur le bout du mât, sans qu'il fût possible de l'en retirer. Il y resta assez longtemps, jusqu'à ce qu'il se consuma peu à peu. »

Si j'arrêtais mes citations ici, on aurait peut-être raison de s'imaginer que la cause des feux Saint-Elme avait anciennement plus d'activité que dans les temps modernes. Rapportons donc encore quelques faits, et nous verrons des aigrettes lumineuses naître, comme jadis en

temps d'orage, sur des corps de toute nature, même les moins élevés.

Dans l'*Itinerary* de Fynes Moryson, secrétaire de lord Montjoy, on lit qu'à la date du 23 décembre 1601, au siége de Kingsale, pendant que le ciel était sillonné par des éclairs (sans tonnerre), les cavaliers en sentinelle voyaient des lampes brûler (*lamps burn*) à la pointe de leurs lances et de leurs épées.

Le 25 janvier 1822, pendant une forte averse de neige, M. de Thielaw, qui se rendait alors à Freyberg, remarqua sur la route que les extrémités des branches de tous les arbres étaient lumineuses. La lumière paraissait légèrement bleuâtre.

Le 14 janvier 1824, à la suite d'un orage, M. Maxadorf ayant porté ses regards sur un chariot chargé de paille qui se trouvait au-dessous d'un gros nuage noir, au milieu d'un champ près de Cothen, observa que tous les brins de paille se redressaient et paraissaient en feu. Le fouet même du conducteur jetait une vive lumière. Ce phénomène disparut dès que le vent eut emporté le nuage noir ; il avait duré dix minutes.

Le 8 mai 1831, après le coucher du soleil, des officiers d'artillerie et du génie se promenaient tête nue pendant un orage, sur la terrasse du fort Bab-Azoun, à Alger. Chacun, en regardant son voisin, remarqua avec étonnement, aux extrémités de ses cheveux tout hérissés, de petites aigrettes lumineuses. Quand ces officiers levaient les mains, des aigrettes se formaient aussi au bout de leurs doigts. (Voyage de M. Rozet.)

Pendant l'orage du 8 janvier 1839, quand la foudre

frappa la tour de l'église de Hasselt, des cultivateurs qui se trouvaient sur la digue entre Zwolle et Hasselt, aux environs de cette dernière ville, observèrent un singulier phénomène. Peu de moments avant que le coup foudroyant éclatât, ils remarquèrent que leurs vêtements étaient tout couverts de feu. En faisant de vains efforts pour l'en ôter, ils portèrent leurs regards sur les objets qui les environnaient, et virent avec effroi que les arbres et les mâts scintillaient de la même flamme; le coup retentit, et aussitôt les flammes disparurent. (*Journal de la Haye.*)

N'y a-t-il pas quelque raison de s'étonner que des phénomènes qui se développent avec tant d'intensité près du sol et sur les parties saillantes des navires soient si rarement remarqués à la pointe des clochers ou sur les tiges des girouettes dont la plupart des maisons sont surmontées? Je n'ai qu'un mot à répondre : on n'aperçoit pas les feux Saint-Elme au sommet des grands édifices, par la seule raison qu'on n'y prend pas garde. Là où il s'est trouvé des observateurs attentifs, les sommités de toute nature ont repris leurs droits [1].

Watson recueillait déjà une relation qui lui venait de France, et dans laquelle il était question de cette remarque faite pendant vingt-sept années consécutives par M. Binon, curé de Plauzet, que, pendant les grands

1. Gueneau de Montbeillard rapporte, d'après le témoignage de d'Hermolaus Barbarus et d'Aldrovand, qu'on a vu quelquefois dans des temps d'orage, à des hauteurs très-considérables, des corbeaux dont le bec jetait une vive lumière. « C'est peut-être, ajoute le collaborateur de Buffon, quelque observation de ce genre qui a valu à l'aigle le titre de ministre de la foudre. »

orages, les trois pointes de la croix du clocher paraissaient enveloppées de flammes.

En Allemagne, la sommité de la tour de Naumbourg était citée, sous ce rapport, comme une exception singulière et très-remarquable; mais, au mois d'août 1768, Lichtenberg aperçut ces mêmes feux sur le clocher de la tour Saint-Jacques à Gœttingue.

Le 22 janvier 1778, pendant un violent orage accompagné de pluie et de grêle, M. Mongez apercevait des aigrettes lumineuses sur plusieurs des sommités les plus élevées de la ville de Rouen.

En 1783, M. Sauvan publiait que le 22 juillet, la nuit étant orageuse, il avait aperçu pendant trois quarts d'heure une couronne de lumière autour de la boule du clocher des Grands-Augustins à Avignon.

Avant de clore ce chapitre, il ne sera peut-être pas inutile de dire que, par des circonstances atmosphériques toutes pareilles, du moins en apparence, et pendant des orages d'une égale intensité, les feux dont nous venons de nous occuper ont cependant, je ne dis pas seulement des intensités, mais des formes dissemblables; que souvent ils ressemblent à des aigrettes; que parfois aussi leur lumière se trouve concentrée en un petit globe, sans aucune trace de jets divergents.

CHAPITRE XXXI.

PENDANT DE GRANDS ORAGES, LES GOUTTES DE PLUIE, LES FLOCONS DE NEIGE, LES GRÊLONS, PRODUISENT DE LA LUMIÈRE EN ARRIVANT A TERRE, OU MÊME EN S'ENTRE-CHOQUANT.

Plusieurs physiciens ayant nié la réalité de ce phénomène, j'ai cru devoir rechercher, avec un soin tout particulier, les observations qu'on en a faites. Elles permettront à chacun d'avoir, à ce sujet, une opinion raisonnée et personnelle.

Les pluies d'orage sont quelquefois assez lumineuses pour que dom Hallai, prieur des Bénédictins de Lessay, près de Coutances, crût ne point exagérer en disant, dans une lettre à Mairan : « Le 3 juin 1731, au soir, pendant des tonnerres extraordinaires, il tombait de toutes parts comme des gouttes de métal fondu et embrasé. »

En 1761, Bergman écrivait à la Société royale de Londres :

« J'ai observé deux fois vers le soir, sans qu'il tonnât, une pluie telle qu'à son contact tout scintillait, et que la terre semblait couverte d'ondes enflammées. »

On pourrait croire que les régions septentrionales sont plus propres que les autres à la production des pluies lumineuses, puisque dans le très-petit nombre de citations qu'il m'est possible de faire à ce sujet, il en est encore une, comme on va voir, qui appartient à la Suède.

Pendant la matinée du 22 septembre 1773, il tonna, il éclaira et il tomba une pluie très-abondante dans le district de Skara (Gothie orientale). Ensuite on éprouva

une chaleur accablante. La pluie recommença à six h
du soir. Alors, disent toutes les relations, chaque g
jetait du feu en arrivant à terre.

Le 3 mai 1768, près la Canche, à deux lieues d'A
le-Duc, M. Pasumot fut surpris en plein champ p
gros orage. Quand il s'inclinait pour faire couler
qui s'était accumulée près des rebords de son cha
cette eau, en rencontrant dans sa chute à enviro
demi-mètre de terre celle qui tombait directemen
nuages, en faisait jaillir des étincelles.

Le 28 octobre 1772, sur la route de Brignai à I
l'abbé Bertholon fut surpris par un orage vers les
heures du matin. Il tombait de la pluie et de la gr
très-grande abondance. Les gouttes de pluie et les
lons qui rencontraient dans leur chute les parties n
liques de la selle du cheval que montait M. Bert
produisaient à l'instant même des jets lumineux.

Une personne de la connaissance du célèbre mét
logiste Howard lui raconta que s'étant trouvée de nu
la route de Londres à Bow, pendant le violent orag
19 mai 1809, elle vit distinctement que la pluie qui
bait devenait lumineuse au moment de son arrivée à t

Voilà tout ce que j'ai pu recueillir quant à des p
lumineuses. La grêle et la neige ne me fourniront q
ou deux citations [1].

1. Pendant un orage, des voyageurs remarquèrent qu'e
chant, les gouttes de salive étaient lumineuses presque au so
la bouche. La frayeur dont furent saisis ceux qui se surpriren
crachant du feu pouvant se renouveler, il m'a paru que l'ob
tion, qui d'ailleurs par elle-même n'est pas dépourvue d'une ce
importance théorique, devait être consignée dans cette notice

Dans sa lettre déjà mentionnée de 1761, Bergman, après avoir parlé des pluies qui, en arrivant à terre, deviennent lumineuses, dit qu'il a observé quelquefois le même phénomène pendant des averses de neige.

Le 25 janvier 1822, des mineurs de Freyberg racontèrent à Lampadius que le grésil (petite grêle) qui tombait pendant un orage était lumineux quand il arrivait à terre.

Pour qu'on ne s'égare pas en cherchant l'explication de ce phénomène; pour qu'on n'essaie pas d'en trouver la cause dans des propriétés qui appartiendraient spécialement à l'eau liquide et à l'eau gelée, j'avertirai qu'on a aussi observé des pluies de poussière lumineuses.

Ainsi, la poussière, fine comme du tabac d'Espagne, qui tombait sur la ville de Naples et sur les environs pendant l'éruption du Vésuve de l'année 1794, émettait une lumière phosphorique pâle, mais bien visible la nuit. Un Anglais, M. James, qui se trouvait dans une chaloupe près de Torre del Greco, remarqua que son chapeau, celui des matelots et les parties de la voile où la poussière s'était rassemblée, répandaient surtout une lueur sensible.

CHAPITRE XXXII.

GÉOGRAPHIE DES ORAGES.

Y A-T-IL DES LIEUX OU IL NE TONNE JAMAIS? — QUELS SONT LES LIEUX OU IL TONNE LE PLUS? — TONNE-T-IL AUJOURD'HUI AUSSI SOUVENT QUE DANS LES SIÈCLES PASSÉS? — DES CIRCONSTANCES LOCALES INFLUENT-ELLES SUR LA FRÉQUENCE DE CE PHÉNOMÈNE? TONNE-T-IL TOUT AUTANT EN PLEINE MER QU'AU MILIEU DES CONTINENTS? — QUELLE EST DE NOS JOURS, QUANT A LA FRÉQUENCE, LA DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE DES ORAGES?

La botanique, la zoologie, l'entomologie, etc., ont donné lieu à de curieuses, à d'importantes classifications géographiques. On aurait donc quelque droit d'être surpris si je n'essayais pas de faire aussi la géographie des orages. A défaut d'une solution satisfaisante des questions dont je viens de tracer l'énoncé, je montrerai du moins la marche qu'il faudra suivre quand on aura recueilli des documents suffisants.

Première question. — Y a-t-il des lieux où il ne tonne jamais?

Pline (*Hist. nat.*, liv. II, § 52) dit qu'il ne tonne pas en Égypte. Aujourd'hui il tonne beaucoup à Alexandrie et trois ou quatre fois par an au Caire.

Dans le *Traité de la Superstition* de Plutarque on lit: « Celui qui ne navigue point ne craint point la mer; celui qui ne suit pas les armes ne redoute point la guerre; ni les voleurs de chemins, celui qui ne bouge de sa maison... ni le tonnerre, celui qui demeure en Æthiopie. »

Je ne suis guère disposé à croire que du temps de Plutarque il ne tonnait jamais au sud de l'Égypte, comme

l'insinue le passage qu'on vient de lire. En tout cas, les choses seraient bien changées. Puisqu'il tonne quelquefois au Caire, puisqu'il tonne beaucoup en Abyssinie, à Gondar, par exemple, j'ose affirmer, quoiqu'en ce moment je n'aie sous les yeux aucune observation directe, qu'il tonne dans toute l'étendue de l'ancienne Æthiopie.

Si je ne puis pas citer un seul point situé dans les régions chaudes ou tempérées de l'ancien continent où il ne tonne jamais, il en sera tout autrement de l'Amérique.

Les habitants de Lima (Pérou) (lat. 12° sud, longit. 79 degrés et demi ouest) qui n'ont pas voyagé, ne se font aucune idée du tonnerre. Nous pouvons ajouter qu'ils ne connaissent pas davantage les éclairs, car les éclairs sans bruit eux-mêmes ne sillonnent point l'atmosphère souvent embrumée, mais jamais couverte de véritables nuages, du bas Pérou.

Passons maintenant des régions chaudes aux zones glaciales.

En 1773, de la fin de juin à la fin d'août, le *Race Horse*, commandé par le capitaine Phipps, navigua constamment dans les mers du Spitzberg. Pendant cet intervalle de deux mois d'été, on n'entendit pas le tonnerre une seule fois; on n'aperçut pas un seul éclair.

Mon ami le révérend docteur Scoresby, jadis si célèbre comme capitaine baleinier, et à qui l'on doit une si intéressante description des phénomènes des mers polaires, rapporte que pendant ses nombreux voyages il n'a aperçu d'éclairs, au delà du 65° de latitude, que deux fois.

Il ne croit pas que jamais on ait vu éclairer au Spitzberg.

[illegible]

[illegible] autres.

[illegible] l'inspection de ces documens, il [illegible]
d'affirmer qu'en pleine mer ou dans les îles il ne

[redacted]

Parry, étendre à des régions situées fort avant dans les continents la règle que nous n'avons jusqu'ici eu le droit d'appliquer qu'aux îles et à la pleine mer.

Les tableaux météorologiques du premier voyage de l'intrépide navigateur à la baie de Baffin, au détroit de Barrow et à l'île Melville, commencent au mois de juin 1819 et s'étendent jusqu'en septembre 1820 inclusivement. Il y a donc là deux saisons d'été, deux saisons à orages. Dans deux étés, dans deux saisons à orages passées entre 70 et 75° de latitude nord, on n'entendit pas le tonnerre une seule fois, on ne vit pas un seul éclair.

Plaçons-nous un tant soit peu en deçà du 70e parallèle de latitude, le tonnerre sera déjà très-rare ; à peine l'entendra-t-on une fois dans l'année ; mais enfin, il ne sera plus permis de dire d'une manière absolue qu'on a dépassé la région des orages.

Les tableaux météorologiques du second voyage du même officier à la baie de Baffin embrassent l'intervalle compris entre le 1er juin 1821 et le 30 septembre 1823, c'est-à-dire vingt-huit mois, parmi lesquels se trouvent trois périodes complètes des mois d'été ou des mois à orages. Dans ce long intervalle et par des latitudes toutes un peu inférieures à 70°, je trouve cette indication, mais celle-là seulement : 7 août 1821, quelques éclairs et quelques coups de tonnerre.

La latitude, le 7 août, devait être d'environ 65°.

Au fort Franklin, latitude 67 degrés et demi nord, longitude 123 degrés un cinquième ouest de Greenwich, du commencement de septembre 1825 à la fin d'août 1826, c'est-à-dire en une année entière, M. le capitaine Franklin

et ses compagnons de voyage n'entendirent le tonnerre qu'un seul jour, le 29 mai 1826.

Les tableaux météorologiques de la même station, pour l'intervalle compris entre le commencement de septembre 1826 et le milieu de mai 1827, ne signalent qu'un jour de tonnerre : le 11 septembre 1826.

Pendant sa pénible expédition dans les régions septentrionales de l'Amérique, le capitaine Back éprouva, au commencement d'août 1834, un violent orage avec éclairs et tonnerres, à la pointe Ogle, par 60 degrés un tiers de latitude nord et 97 degrés un tiers de longitude occidentale.

L'Islande est souvent citée comme un pays où il ne tonne jamais. Le mot *jamais* devra être changé. M. Thortensen, médecin dans cette île, a bien voulu m'adresser les précieuses observations météorologiques qu'il a faites à Reikiavick (latitude 65°), depuis le 21 septembre 1833 jusqu'au 30 août 1835. Dans cet intervalle d'environ deux ans, je trouve un jour, le 30 novembre 1833, où l'on a entendu le tonnerre!



de 50. M. Boussingault, qui a fait un voyage si curieux dans les Cordillères, pense que, dans la zone équinoxiale, tous les jours de l'année, probablement à toutes les heures, il se fait dans l'air une continuité de décharges électriques, et il admet qu'un observateur placé à l'équateur, s'il était doué d'organes assez sensibles, y entendrait constamment le bruit du tonnerre.

Troisième question. — Tonne-t-il aujourd'hui aussi souvent que jadis?

Les météorologistes qui veulent comparer l'état ancien à l'état moderne du globe, sous le rapport de la température, de la pluie, de la pression atmosphérique, du magnétisme, etc., échouent dans leurs recherches, parce que le point de départ leur manque absolument, parce que l'antiquité ne possédait ni thermomètre, ni udomètre, ni baromètre, ni boussole d'aucune espèce, etc. La question que le titre de ce paragraphe signale était plus simple; ici les instruments ne semblaient pas nécessaires. Si, au lieu de disserter longuement et bien inutilement sur la cause physique du météore, Pline, Sénèque, etc., s'étaient abaissés à nous dire combien de jours, terme moyen, il tonnait par an, à Rome, à Naples, etc., ces chiffres, rapprochés de ceux qui se trouvent consignés dans quelques tableaux météorologiques de notre époque, conduiraient à de curieux résultats. Il n'y a évidemment aucun moyen de suppléer à ces données; j'ai pensé, toutefois, qu'il me serait permis de chercher dans le recensement des coups foudroyants cités par les historiens, non assurément une solution réelle de la question soulevée, mais un simple aperçu, mais un léger indice qui, dans le

doute, pourrait nous porter à faire pencher la balance d'un côté plutôt que de l'autre.

Hérodote dit (livre VII, *Polymnie*) : « Xerxès, serrant de près l'Ida, situé à sa gauche, atteignit le territoire de Troie. La première nuit qu'il campa au pied de cette montagne, le tonnerre et les éclairs assaillirent son armée et lui tuèrent beaucoup d'hommes. On arriva ensuite au Scamandre, etc., etc. »

On verra bientôt, d'après les renseignements que j'ai recueillis, qu'il ne tonne pas plus aujourd'hui dans l'Asie Mineure que dans les climats d'Europe. Or, je doute fort que le tonnerre ait jamais figuré, au ministère de la guerre, parmi les causes d'affaiblissement de nos armées; je doute qu'aucun de nos généraux ait eu l'occasion de parler, comme le fait Hérodote, de la perte de beaucoup d'hommes occasionnée par ce météore.

Pausanias rapporte qu'à l'époque où une armée lacédémonienne campait sous les murs d'Argos, beaucoup de soldats furent foudroyés.

J'ai acquis la preuve que, de nos jours, le nombre et l'intensité des orages sont peu considérables dans l'Attique et le Péloponèse. Le récit de Pausanias, comme celui d'Hérodote, tendrait donc à faire croire que, depuis les temps anciens, il y a eu en Grèce, sous ce rapport, diminution notable. Je dois cependant signaler une circonstance qui atténue l'importance du témoignage de Pausanias, en tant qu'il s'agit ici d'un phénomène atmosphérique annuel : les tonnerres foudroyants dont l'armée lacédémonienne eut tant à souffrir, coïncidèrent avec un épouvantable tremblement de terre.

Pline le naturaliste me fournit ce passage :

« En Italie, on a cessé de construire des tours, pendant la guerre, entre Terracine et le temple de Féronie, parce que toutes étaient renversées par le tonnerre. »

Un grand nombre de tours renversées par le tonnerre! C'est un effet probablement très-supérieur à ce que le météore produit aujourd'hui sur le territoire de Terracine, dans l'espace d'un grand nombre d'années.

En m'étayant de la remarque pleine de justesse, que si l'histoire des anciens peuples est remplie de fables, leur fable d'autre part abonde en événements historiques, il me serait peut-être permis de citer Virgile, Ovide, Properce, pour prouver que le tonnerre faisait jadis plus de victimes que de nos jours. Tandis que l'histoire moderne ne nous présenterait aucun homme de marque foudroyé, nous trouverions dans les trois poëtes, les noms de Salmonée, de Capanée, de Sémélé, de Rémulus, d'Encelade, de Typhon, d'Ajax fils d'Oïlée, d'Esculape, d'Adimante prince de Phlionte, de Lycaon, etc. Les poëtes paraissent-ils une garantie trop douteuse en matière de physique pour figurer ici, je citerai la mort de Tullus Hostilius, d'après l'autorité de Tite-Live et de Denys d'Halicarnasse; la mort de l'empereur Carus, foudroyé dans sa tente vers l'année 283, s'il faut en croire Flavius Vopiscus; la mort de l'empereur Anastase Ier. En suivant Octave Auguste chez les Cantabres, je verrai la foudre sillonnant sa litière, tuer l'esclave qui le précédait pour l'éclairer.

Ctésias dit qu'Artaxercès fit devant lui, à ses risques et périls, une expérience qui consistait à écarter les orages

à l'aide d'une épée plantée en terre. Aujourd'hui, les risques et périls d'une semblable expérience, même pendant nos plus forts orages, seraient si petits que personne n'aurait la pensée d'en tenir note. Ceux donc qui se persuadent, bien à tort je crois, que les anciens auteurs ne renferment rien de hasardé, que toutes leurs paroles étaient passées au creuset d'une raison sévère, trouveront s'ils le veulent, dans le passage de Ctésias, la preuve que jadis les orages avaient une intensité inconnue aux peuples modernes.

Mais cette conclusion ne se fondait pas seulement sur les coups de foudre dont des hommes avaient été victimes; on a prétendu s'appuyer aussi sur ceux, en nombre très-considérable, disait-on, qui avaient frappé les monuments de Rome et des environs. Procédons, autant que possible, à cette énumération.

Les anciens auteurs ont parlé d'un coup de foudre qui frappa les murailles de Velletri comme un indice des hautes destinées auxquelles parviendrait un jour un citoyen de [redacted]

La foudre frappa le monument de Drusus, père de Claude, quelques jours avant la mort de cet empereur.

En reconnaissant que chacun des faits historiques qu'on vient de mentionner, serait sans grande valeur, considéré isolément, j'estime qu'ils se fortifient assez l'un l'autre pour donner, dans leur ensemble, une très-légère probabilité à l'idée que, depuis les temps anciens, les orages ont diminué d'intensité.

Le nombre d'exemples de coups de foudre dont les anciens ont cru devoir conserver le souvenir n'est pas, à beaucoup près, aussi grand qu'on l'avait prétendu, quoique les dates mentionnées embrassent un espace considérable. Si l'on voulait comparer ces phénomènes à ceux qui sont arrivés à des époques plus modernes, il faudrait remarquer que l'établissement des paratonnerres a eu pour effet de diminuer le nombre de coups foudroyants.

Sans prétendre donner les éléments précis d'une telle comparaison, je dirai que l'église Sainte-Geneviève fut détruite en partie par la foudre, en 1483; — qu'avant l'établissement d'un paratonnerre sur la tour de Strasbourg, ce magnifique monument était presque tous les ans visité et détérioré par le météore; — que les Invalides reçurent une décharge menaçante, il y a peu d'années; — que c'est à un coup de foudre récent qu'il faut attribuer l'obligation où l'on a été de détruire de fond en comble l'un des clochers de Saint-Denis; — que, dans une étendue de pays très-limitée, située sur le littoral de la Bretagne, M. La Pezlaie a pu enregistrer les coups de foudre dont je vais donner les indications :

Flèche du clocher de Brasport, en 1817;

Clocher de l'église de Crozac, en 1822;

Clocher de l'église paroissiale d'Auray, en 1828;

Flèche du clocher de Pluvigner, en 1831;

Clocher de Locmaria-Plabennec, en 1833;

Église de Saint-Michel à Quimperlé, en 1833;

Clocher de l'église de Plougean, près de Morlaix, en 1843;

Clocher de l'église de Bercran, près de Landerneau, date inconnue.

Quatrième question. — Des circonstances locales influent-elles sur la fréquence du phénomène?

La réponse à cette question ne saurait être douteuse, dès qu'on aura seulement remarqué qu'un pays (le Bas-Pérou), où il ne tonne jamais, correspond précisément, par sa position géographique, aux régions dans lesquelles, en général, il tonne le plus. Toutefois, comme l'absence d'orages dans le Bas-Pérou est accompagnée de l'absence [redacted]

heures et midi. A une heure, ces nuages ont acquis leur maximum de densité ; la pluie s'en échappe par torrents, des éclairs les sillonnent dans tous les sens; enfin, le tonnerre auquel ils donnent naissance fait entendre ses sourds roulements jusqu'à Kingston. Vers deux heures et demie, le ciel a repris sa sérénité.

Ce phénomène, dit M. Hutchison, se reproduit tous les jours, pendant cinq mois consécutifs.

Supposons l'observation exacte, et Kingston comptera cent cinquante jours de tonnerre par an, tandis que dans les îles voisines, tandis que dans les points du continent semblablement placés sous le rapport climatologique, le nombre de ces jours de tonnerre ne va pas à cinquante; et l'influence des montagnes de Port-Royal sur la production des orages, sera manifeste pour tout le monde.

Cette permanence des orages de la Jamaïque, à l'égard de laquelle il est bien désirable que la météorologie recueille des documents plus circonstanciés, plus précis, se retrouve, dit-on, sur quelques points du continent voisin. M. Boussingault m'écrit que, dans une certaine saison, il tonne presque tous les jours à Popayan; que dans un mois (le mois de mai) il a lui-même compté plus de vingt jours orageux. Le fait, au reste, avait été déjà remarqué, car personne dans le pays ne conteste aux Popayannais le droit de se vanter « d'avoir le plus puissant tonnerre de la république. »

Au besoin, les régions équinoxiales me fourniraient d'autres exemples analogues. Je pourrais, par exemple, citer, dans les environs de Quito, la vallée de Chillo, dans laquelle, au dire de tous les habitants, il tonne

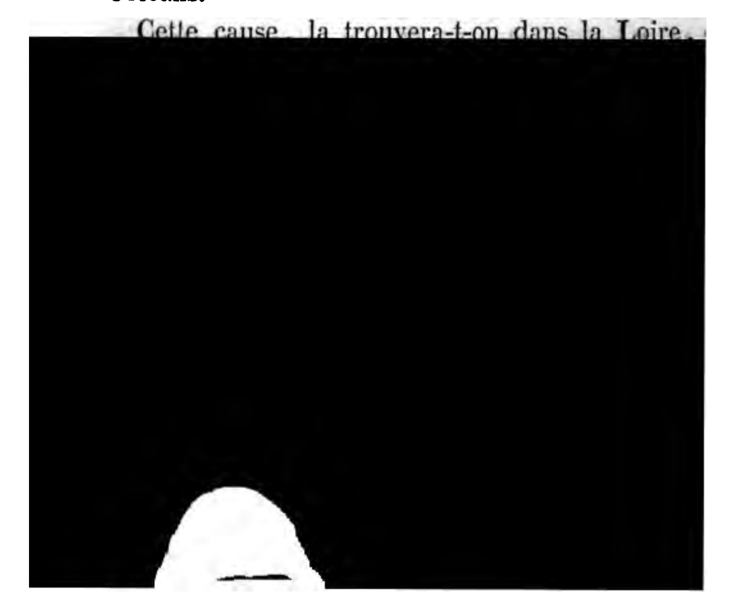
beaucoup plus que dans les contrées environnantes;
j'ai hâte de suivre le même phénomène dans nos c
tempérés.

Si l'on jette les yeux sur la table qui termine c
pitre, on verra qu'en Europe le nombre moyen ann
jours de tonnerre varie, en masse, assez lentemer
la latitude, pour qu'on dût s'attendre à trouver, à P
aux environs d'Orléans, des résultats presque iden
des résultats différant entre eux de deux ou trois
au plus. Eh bien, il en est tout autrement.

A Paris, il tonne, terme moyen, quatorze fois p
tandis qu'à Denainvilliers, entre Pithiviers et Orlé
nombre moyen des jours de tonnerre est de la moit
fort ou s'élève à près de vingt et un.

Ce rapprochement constate une influence locale
feste, mais dont il faudra chercher la cause ailleu
dans la forme du terrain, car il serait difficile de c
pays moins accidenté que celui qui entoure P
Orléans.

Cette cause, la trouvera-t-on dans la Loire,



Environs de Swansea, orages très-rares (grande abondance de mines de fer) ;

Sud de Devon, orages assez fréquents (point de mines) ;

Nord de Devon, orages notablement moins fréquents qu'au sud (beaucoup de mines de fer, de cuivre et d'étain exploitées).

M. Dillwyn maintenait aussi que les pays calcaires sont ceux où les orages ont le plus de force et de fréquence.

Je n'ai aucun moyen de vérifier les faits sur lesquels M. Dillwyn s'est appuyé. Je rapporte ici son opinion, non que je la croie établie, mais parce qu'elle peut devenir un curieux sujet de recherches.

Ce serait une grande découverte dans la physique du globe que la preuve d'une liaison intime et prononcée entre la nature géologique des terrains et le nombre ou la force des orages ; aussi je manquerais presque à un devoir, si je négligeais de citer des lieux autres que le Cornouailles, où cette liaison a aussi été soupçonnée. Voici ce que je lis dans la *Statistique minéralogique et géologique du département de la Mayenne*, par M. Blavier, ingénieur des mines ;

« ... Dans le département de la Mayenne, il existe des masses de diorite grenue ou compacte (*grünstein*), qui renferment une proportion notable de fer, et qui agissent sur l'aiguille aimantée. Il nous a été assuré que certaines communes, celle de Niort, par exemple, voyaient toujours les orages les plus menaçants, se dissiper à leur approche, ou les tourner dans certaines directions. Nous pensons que c'est dans l'action (l'action conductrice) de plusieurs masses considérables de diorite qui se montrent

dans cette contrée, qu'il convient de chercher l'
tion de ce fait. »

Voici une note que je dois à l'amitié de M.
qui vient à l'appui des considérations précédente

« En 1807, étant élève des ponts et chaus
mission dans les États de Gênes, et chargé d'
de route à travers cette partie de la chaîne de
nins, qui sépare Plaisance du littoral de la Médit
je me trouvai, par la nature même de mon service
d'habiter pendant plusieurs jours un hameau
Grondone. A quelques centaines de pas du h
une riche mine de fer se présente sous la forme
qui semble percer le sol pour s'élever, autant qu'i
m'en souvenir, à une trentaine de mètres (plu
que moins). Cette mine, qui rend, dit-on, 70
est exploitée et fournit le minerai aux fournea
bourg nommé les Ferruira. Son élévation au-de
la Méditerranée est presque égale à celle de la



rent alors à quelque distance, puis reviennent à leur travail après l'explosion et quand le nuage est tout à fait dissipé. J'ai vu maintes fois le gros nuage de Grondone se former vers midi et tenir bon jusqu'à quatre ou cinq heures du soir, puis donner lieu, après quelques coups de tonnerre, à un petit orage.

« Il est probable qu'il existe sur d'autres points des Apennins des causes particulières qui donnent lieu à de petits orages dont les effets sont très-circonscrits. J'en juge par cette observation, savoir : que par un beau soleil, sans qu'aucun point du ciel visible à l'observateur placé au fond d'une vallée, dans le lit d'un torrent, par exemple, paraisse chargé du moindre nuage, tout à coup cependant un bruit épouvantable annonce l'arrivée d'une masse d'eau bourbeuse qui roule d'énormes pierres et s'avance avec une vitesse qui donne à peine le temps de fuir aux muletiers et aux voyageurs engagés dans ces vallons.

« Il est bon de faire observer que les lits des torrents, le plus souvent à sec, sont les seules routes pratiquées et praticables, dans quelques parties des Apennins. La mine de fer de Grondone se trouve dans une roche de serpentine. »

Le colonel Jackson m'a signalé les environs de Bialystock, en Lithuanie, comme étant en été le théâtre d'orages presque continuels et de coups foudroyants. Ces orages ne durent que deux ou trois heures; le reste du temps, le ciel est d'une sérénité remarquable.

Au surplus, faudrait-il donc tant s'étonner de l'influence que la nature du sol pourrait exercer sur les

doute, pourrait nous porter à faire pencher la balance d'un côté plutôt que de l'autre.

Hérodote dit (livre VII, *Polymnie*) : « Xerxès, serrant de près l'Ida, situé à sa gauche, atteignit le territoire de Troie. La première nuit qu'il campa au pied de cette montagne, le tonnerre et les éclairs assaillirent son armée et lui tuèrent beaucoup d'hommes. On arriva ensuite au Scamandre, etc., etc. »

On verra bientôt, d'après les renseignements que j'ai recueillis, qu'il ne tonne pas plus aujourd'hui dans l'Asie Mineure que dans les climats d'Europe. Or, je doute fort que le tonnerre ait jamais figuré, au ministère de la guerre, parmi les causes d'affaiblissement de nos armées; je doute qu'aucun de nos généraux ait eu l'occasion de parler, comme le fait Hérodote, de la perte de beaucoup d'hommes occasionnée par ce météore.

Pausanias rapporte qu'à l'époque où une armée lacédémonienne campait sous les murs d'Argos, beaucoup de soldats furent foudroyés.



entière qu'il a bien voulu m'écrire après la publication de la première édition de cette Notice, où je faisais un appel à ses profondes connaissances en météorologie. J'eusse pu reporter à plusieurs chapitres précédents quelques-uns des faits que me signale ce savant navigateur; mais, après y avoir réfléchi, j'ai préféré ne pas scinder les curieux renseignements que contient sa lettre.

Paris, 21 septembre 1838.

« Monsieur, je voudrais pouvoir vous dire tout le plaisir que j'ai éprouvé en lisant les quatre cents dernières pages de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* qui vient de paraître; mais vos moments sont précieux, et si j'ose prendre la liberté d'en disposer un instant, que ce soit du moins pour un motif qui vous paraisse de nature à m'y autoriser.

« La lecture de votre intéressante Notice sur le *Tonnerre* a rappelé à mon souvenir divers faits rares dont j'ai eu le bonheur d'être témoin et que, pour cette raison, je regrette beaucoup de ne pas avoir réunis à ceux que j'ai déjà eu l'honneur de vous communiquer.

« Vous dites (chap. II, p. 12) que, n'étant pas découragé par l'assertion de Saussure, vous vous êtes mis à chercher, dans de vieux recueils météorologiques, si les petits nuages isolés ne produisent jamais ni éclairs ni tonnerre. Voici, à cette occasion, ce que je trouve inséré dans la minute du journal que je tenais à bord de la corvette *l'Uranie*, et dont j'ai donné une copie à M. de Freycinet, à l'époque de notre retour en France :

« Étant dans le détroit d'Ombay, en novembre 1818,

doute, pourrait nous porter à faire pencher la balance d'un côté plutôt que de l'autre.

Hérodote dit (livre VII, *Polymnie*) : « Xerxès, serrant de près l'Ida, situé à sa gauche, atteignit le territoire de Troie. La première nuit qu'il campa au pied de cette montagne, le tonnerre et les éclairs assaillirent son armée et lui tuèrent beaucoup d'hommes. On arriva ensuite au Scamandre, etc., etc. »

On verra bientôt, d'après les renseignements que j'ai recueillis, qu'il ne tonne pas plus aujourd'hui dans l'Asie Mineure que dans les climats d'Europe. Or, je doute fort que le tonnerre ait jamais figuré, au ministère de la guerre, parmi les causes d'affaiblissement de nos armées; je doute qu'aucun de nos généraux ait eu l'occasion de parler, comme le fait Hérodote, de la perte de beaucoup d'hommes occasionnée par ce météore.

Pausanias rapporte qu'à l'époque où une armée lacédémonienne campait sous les murs d'Argos, beaucoup de soldats furent foudroyés.

[redacted]

que vous avez annoncé (chap. xxv, p. 133) à l'occasion de l'effet produit par les détonations de la foudre sur la marche des chronomètres. Je le puise dans la partie hydrographique du voyage de *la Coquille*, page 19, mais je le reproduis ici en lui donnant plus de développement.

« Ainsi qu'on a pu le voir dans l'ouvrage cité, les montres marines dont nous étions munis avaient été réglées à Amboine, et leur marche diurne avait été fixée, le 27 octobre 1823, de la manière suivante :

« N° 118 de Louis Berthaud. — 5ˢ.3.
« N° 160 *idem.* — 26ˢ.2.
« N° 26 de Motel. . . . . . + 10ˢ.1.

« En partant d'Amboine, pour nous rendre au Port-Jackson, je dirigeai la corvette de manière à prendre connaissance de Timor et des îles Savu. Dans ce premier trajet, et notamment en vue de Timor, de fréquents orages, dans lesquels la foudre éclatait souvent avec un fracas extrême auprès du bâtiment, sont venus nous assaillir. La conséquence de ces orages est qu'à notre arrivée auprès des îles Savu, dont la différence en longitude avec Amboine avait été très-exactement déterminée, en 1792, dans le voyage de d'Entrecasteaux, aucune de nos montres ne s'est trouvée en état d'en fixer la position. Leur marche diurne observée à Amboine n'était plus la même. Ces montres, qui jusqu'alors nous avaient habitués à compter sur la longitude à moins de 5 minutes de degré près, étaient en erreur aux îles Savu de 15 à 40 minutes; et, plus tard, à notre arrivée au Port-Jackson,

elles nous ont placés à plus de 40 lieues dans l'intérieur de la Nouvelle-Hollande.

« Réglées pendant notre séjour au Port-Jackson, voici quelle a été leur nouvelle marche diurne, le 19 janvier 1824 :

« N° 118.	+	7ˢ.0.
« N° 160.	—	18ˢ.7.
« N° 26.	+	27ˢ.6.

« C'est-à-dire qu'elles ont toutes les trois accéléré leur mouvement ; et comme cette nouvelle marche diurne donne avec exactitude la différence en longitude qui existe entre Savu et le Port-Jackson, nous ne pouvons attribuer le changement survenu dans leur marche observée à Amboine qu'aux violents orages qui, dans les parages de Timor, ont été si bruyants et si multipliés autour de la corvette [1].

« Je n'ai jamais été témoin des effets de la foudre sur les aiguilles des boussoles ; mais je n'en conseille pas moins aux navigateurs d'avoir une boussole d'inclinaison

lieu de l'observation. Cette opération, à laquelle j'ai souvent eu recours durant le voyage de *la Coquille*, est indispensable lorsque le ciel reste longtemps couvert après l'orage, et que l'on se trouve auprès d'une côte ou au milieu des îles d'un archipel.

« Je trouve, dans les *Tableaux des routes de la corvette la Coquille, etc.*, que j'ai publiés en 1829, un exemple de la distance extraordinaire à laquelle on peut apercevoir la lueur des éclairs. Ce fait, que je crois vous avoir communiqué, vient naturellement s'ajouter à ceux du même genre dont vous avez si bien expliqué la cause. (Voir chapitre XXXVII, p. 221.)

« Dans la soirée du 6 mars 1823, étant entre les parallèles de Lima et de Truxillo, et à environ 30 lieues dans l'ouest de la côte, nous vîmes des éclairs très-brillants dans l'est et le nord-ouest, au terme de l'horizon. Le vent était au sud-sud-est, le temps magnifique et le ciel d'une pureté remarquable. Le tonnerre ne se fit point entendre. L'on sait, en effet, depuis très-longtemps, qu'il ne tonne jamais sur les côtes du bas Pérou; mais l'on sait aussi, d'après Antonio de Ulloa, qu'il n'en est point ainsi à 30 lieues dans l'intérieur de cette contrée. Il est donc permis d'admettre que les éclairs, dont nous avons vu la lueur dans notre atmosphère de *la Coquille*, avaient pris naissance au milieu de nuages orageux situés à environ 60 lieues de distance.

« Voici un événement occasionné par le tonnerre, dont je n'ai point été témoin, mais dont je puis garantir l'authenticité. La corvette *la Coquille*, dont je pris le commandement en 1821, n'avait été employée jusqu'alors

que comme transport de l'État, et, à ce titre, l'administration n'avait pas jugé à propos de la munir d'une chaîne de paratonnerre. Ce bâtiment était au mouillage dans le golfe de Naples, lorsqu'un jour la foudre tomba à bord, sans toucher à la mâture, et pénétra dans la cale, d'où elle n'est sortie qu'après s'être fait jour au travers des bordages de la partie submergée de la carène. La voie d'eau était tellement considérable qu'il en serait résulté la perte du navire, si, au signal de détresse qui fut immédiatement arboré, les embarcations du port de Naples, auxquelles se réunirent tous les bateaux qui étaient occupés à la pêche dans les environs, n'étaient venues, avec célérité, la prendre à la remorque et la conduire au rivage, où il était grand temps qu'on l'échouât.

« Vous m'avez invité plus spécialement à m'expliquer sur deux questions auxquelles je suis plus honoré d'avoir à répondre que satisfait de la réponse que j'ai à vous adresser.

« Si j'examine l'ensemble des matériaux que nous pos- [redacted]

tant de Lima qui aurait eu la fantaisie de nous accompagner jusqu'aux îles de la Société, aurait éprouvé une impression contraire; car il aurait entendu, pour la première fois de sa vie, éclater la foudre pendant trois jours consécutifs, alors que nous étions à 600 lieues du Pérou, à 600 lieues à l'est de Taïti, et à près de 230 lieues dans le nord-ouest de la petite île de Pâques.

« Il résulte de vos nombreuses recherches qu'il ne tonne pas dans les régions glaciales de notre hémisphère. Je pense qu'il en est ainsi dans les régions glaciales de l'hémisphère opposé, à moins d'être autorisé, par le *Dictionnaire synonymique* de Lavaux, à prendre le mot orage dans sa véritable acception, auquel cas le tonnerre aurait été entendu par Cook, le 23 février 1773, étant par 61° 52′ de latitude sud et 93° de longitude est.

« Je fis, » dit ce célèbre navigateur, « de petites bor-« dées pendant la nuit, qui était extrêmement orageuse. »

« L'on sait que plusieurs hommes de l'équipage de l'amiral Anson furent grièvement blessés par la foudre à bord du *Centurion*, étant au large et dans l'ouest du détroit de Magellan; néanmoins, je crois pouvoir déduire des voyages de Cook, de Bellingshausen et de celui de *l'Uranie*, qu'il ne tonne pas sur le parallèle du cap Horn, au milieu du grand Océan Austral, où se trouve le point le plus éloigné de toute terre. Ce point est à environ 560 lieues de l'île Oparo, de l'île Antipode, de l'île de Pâques et des îles de Pierre Ier et d'Alexandre Ier.

« J'ai la presque certitude qu'il ne tonne que bien rarement sur la route qui conduit en ligne droite du cap de Bonne-Espérance aux îles de Sainte-Hélène et de l'Ascen-

sion. Ici, la mer aurait cela de commun avec l'î
Sainte-Hélène, où l'on peut affirmer que la cend
Napoléon ne sera jamais troublée par la foudre. I
n'en est pas de même de toutes les autres parti
l'Océan Atlantique, du Grand Océan et de la me
Indes, comprises dans les régions tempérées.

« Il tonne à 240 lieues dans l'est des côtes du Br
de la Patagonie; il tonne sous la ligne équinoxiale,
l'Afrique et l'Amérique. Le point le plus isolé dans l'O
Atlantique boréal est par 25° nord et 45° ouest; il
380 lieues des Antilles, de la Guyane, des îles du
Vert, des Açores et des Bermudes : il y tonne. La f
et les éclairs se manifestent également à 200 et 240 l
au sud du cap de Bonne-Espérance, de la Nouvelle-
lande, de la Nouvelle-Zélande et de l'île de Pâques
si nous consultons les voyages de La Peyrouse, de D
de Mears et de M. de Freycinet, nous retrouvon
mêmes phénomènes, non moins brillants que pa
ailleurs, non-seulement à plus de 250 lieues au no



sont à cette distance des grandes terres environnantes.

« Remarquons, avant de terminer, que les navigateurs dont les observations nous sont parvenues, sont d'autant moins nombreux que la plupart nous laissent dans l'incertitude de savoir ce qu'il faut penser des violents orages, des temps orageux dont ils ont si souvent l'occasion de parler, quel que soit le lieu où ils se trouvent. La question de savoir ce que les marins entendent par orage n'est pas facile à résoudre. Voici néanmoins un passage de Dixon qui semble devoir nous éclairer. Ce navigateur, en s'éloignant de Noatka, s'exprime ainsi :

« Le 26 septembre 1786, vers trois heures du matin, « nous eûmes un orage très-fort et une grosse pluie : les « coups de tonnerre étaient affreux, les éclairs si fréquents « et si vifs, que ceux de nos gens qui étaient sur le pont « en furent aveuglés pour un temps considérable ; chaque « éclair laissait après lui une odeur de soufre très-désa- « gréable..... L'orage s'apaisa vers six heures du matin. »

« Il est bien évident que si le tonnerre et les éclairs avaient été plus modérés, Dixon n'en aurait rien dit, et nous serions encore à savoir ce qu'il entendait par orage.

« Mais voici des passages extraits des voyages du capitaine Mears qui nous laissent dans le doute. Le capitaine Mears, commandant *la Felice* en 1788, se rendant de Samboingan à la côte nord-ouest d'Amérique, éprouva de violents orages.

« Ce temps, » dit-il, « continua d'être orageux jusqu'au « 17 avril, que le vent sauta à l'est-sud-est et souffla avec « plus de violence encore. »

« Plus loin il ajoute : « Le matin du 24, le vent tourna

[illegible]

« De tous les voyages, et je ne parle ici que des v[illegible] maritimes, je ne vois réellement que ceux de Dampi[illegible] Cook, de La Peyrouse, de D[illegible], de Vancouver, [illegible] corvette l'Uranie, et peut-être aussi celui de la Co[illegible] dans lesquels on a tenu compte assez régulièreme[illegible] apparitions du phénomène qui nous occupe. Je ne [illegible] pas ceux qui n'en disent presque rien; mais je n[illegible] m'empêcher de faire ici une remarque tirée de ce[illegible] vous avez fait parvenir à l'adresse du rédacte[illegible] tableaux météorologiques de la Société Royale de L[illegible] (Voir plus loin, page 157.) : c'est que le capitaine [illegible] commandant la corvette russe *le Séniavine*, étant [illegible] prendre ses instructions scientifiques à Londres, en



« Quant à savoir s'il en est des régions tempérées comme de la zone torride, où les orages sont presque toujours d'autant moins fréquents que l'on s'éloigne davantage des terres, je crois que la question est difficile à résoudre, en raison non-seulement du trop petit nombre de voyageurs que nous pouvons consulter, mais encore du hasard qui ferait que chaque navigateur se serait trouvé en un lieu quelconque de la mer, l'un des vingt jours de l'année qui forment le terme moyen des jours de tonnerre observés dans les continents.

« Pardonnez-moi, Monsieur, si j'ai osé vous écrire aussi longuement et avec si peu de méthode sur un sujet que vous venez de traiter d'une manière inimitable. Le but que je me suis proposé d'abord est peut-être motivé dans les premiers alinéas de cette lettre. Quant au reste, je suis tenté de me déclarer incompétent, car en me relisant, je me suis aperçu, mais trop tard, que la question principale qui en est l'objet me semble, malgré tous les renseignements déjà recueillis, devoir être encore l'objet de nouvelles observations et de profondes études.

« Veuillez agréer, etc.

« L.-J. DUPERREY. »

Laissant de côté la question de savoir quelles sont les régions maritimes où il ne tonne jamais, je puis être complétement affirmatif sur le fait de la diminution des orages en mer. Je trouverai, par exemple, une preuve démonstrative de cette diminution dans l'intéressant voyage publié par M. le capitaine Bougainville.

La frégate *la Thétis*, commandée par cet officier, quitte la rade de Tourane (Cochinchine) vers le milieu de février 1825, et fait voile pour Sourabaya, situé à l'extrémité sud-est de Java. Pendant cette traversée, à peine essuie-t-elle un orage accompagné de tonnerre. Elle arrive enfin, et pendant son séjour dans la rade (du 19 au 30 avril), le tonnerre ne cesse de gronder tous les après-midis. *La Thétis* fait voile le 1[er] mai pour le Port-Jackson. Pendant plusieurs jours elle se maintient presque exactement sur le parallèle de Sourabaya. Toutefois, à peine a-t-elle perdu de vue les terres de Java, que le tonnerre cesse de se faire entendre. En résumé, avant d'atteindre Sourabaya, les météorologistes de *la Thétis* n'ont aucun coup de tonnerre à enregistrer; pendant le séjour dans la rade et jusqu'à l'époque de l'appareillage, il tonne presque tous les soirs; après le départ du navire l'équipage n'entend plus rien. L'épreuve ne saurait être plus complète. Disons cependant de nouveau que la conséquence qui en découle est largement confirmée par l'en-

[redacted]

plus précis, je n'aurais eu à faire qu'une simple compilation; malheureusement le travail n'était pas aussi simple. Celui qui, sans examen, recueillerait de toute main, s'exposerait aux plus graves méprises. Un ou deux exemples expliqueront ma pensée.

Les tableaux météorologiques de la Société royale de Londres ont été longtemps cités comme des modèles. On y trouve, indépendamment des observations journalières du thermomètre et du baromètre, la mesure de la pluie, la direction du vent, une indication minutieuse des jours sereins, des jours nuageux, des jours de brouillard, des jours où il a bruiné. Jamais ou presque jamais on n'y fait mention du tonnerre. En songeant à la grande importance de ce météore, comparé aux phénomènes atmosphériques qui sont scrupuleusement enregistrés, on serait en vérité autorisé à croire qu'il ne tonne jamais à Londres. Il y tonne, cependant, et presque autant qu'à Paris. Si les tableanx n'en font pas mention, c'est tout simplement que ce phénomène n'a pas fixé l'attention du météorologiste de la Société royale, c'est que son travail a toujours été incomplet.

De pareilles lacunes existent dans les collections académiques des États-Unis d'Amérique. Elles sont d'autant moins excusables que ce pays est dans une position exceptionnelle; que le nombre et l'intensité des orages y surpassent de beaucoup ce qu'on observe en Europe par des latitudes correspondantes. Le pis de ces négligences (je ne les qualifierai pas d'un nom plus sévère), c'est qu'en se les permettant sans en avertir, on expose la science à faire fausse route.

Dans la table qui suit je me suis attaché, autant que cela dépendait de moi, à rapporter des observations sur l'exactitude desquelles on pût compter. J'y ai classé les villes d'après le nombre moyen des coups de tonnerre qu'on y entend, et non pas, ce qui par le fait serait très-différent, d'après les latitudes géographiques. Quand les éléments du calcul ne m'ont pas manqué, j'ai indiqué par des nombres entiers ou fractionnaires [1] la distribution des orages dans les divers mois de l'année. Je veux, je dois attendre, avant de me livrer à une discussion minutieuse de tous ces chiffres, que la table soit plus complète. L'intérêt d'une semblable discussion ne soulèvera de doute dans l'esprit de personne, si seulement on se donne la peine de remarquer que, sans dépasser la zone tempérée, les mois pendant lesquels il tonne le plus dans certains lieux sont précisément ceux où il tonne le moins dans d'autres.

§ 1er.

jours.

Calcutta (latit. 20° 1/2 N.; longit. 86° E.). 60

1 seule année d'observations, l'année 1785.

Répartition des 60 jours de tonnerre :

1. Pourquoi des nombres fractionnaires dans une question qui, de prime abord, ne semble devoir comporter que des nombres entiers? La réponse est toute simple : 0.3 placé vis-à-vis de février, signifie que dans ce mois il tonne 3 fois en dix ans; 0.1 emporte la conséquence que dans le même intervalle de dix ans, il ne tonne qu'une fois en novembre, etc., etc. Pour avoir, à Paris, le nombre moyen des jours de tonnerre de septembre entre 1806 et 1815, on a additionné le nombre des manifestations de ce météore durant les mois de septembre de ces dix années consécutives. La somme totale étant de 15, il a bien fallu, en divisant cette somme par 10, tomber sur le nombre fractionnaire 1.5.

	jours.		jours.		jours.
Janvier	0	Février	4	Mars	6
Avril	5	Mai	7	Juin	8
Juillet	6	Août	10	Septembre	9
Octobre	5	Novembre	0	Décembre	0

§ 2.

jours.
Patna (dans l'Inde) (latit. 25° 37′ N.). 53

1 seule année d'observations de M. Lind.

Ces 53 jours de tonnerre ont été renfermés entre mai et décembre inclusivement.

§ 3.

jours.
Rio-Janeiro (latit. 23° S.; longit. 45° 1/2 O.). 50.6

6 années d'observations de M. Dorta (de 1782 à 1787.)

Extrêmes : 38 en 1786 et 77 en 1782.

Répartition par mois de ces 50.6 jours d'orage annuels :

	jours.		jours.		jours.
Janvier	10.2	Février	9.3	Mars	4.0
Avril	1.7	Mai	0.8	Juin	0.7
Juillet	1.3	Août	1.1	Septembre	2.8
Octobre	3.7	Novembre	6.0	Décembre	9.0

§ 4.

jours.
Maryland (États-Unis) (latit. 39° N.; long. 79° O.). 41

1 seule année d'observations de M. Richard Brooke.

	jours.		jours.		jours.
Janvier	0	Février	0	Mars	5
Avril	1	Mai	10	Juin	8
Juillet	11	Août	5	Septembre	0
Octobre	1	Novembre	0	Décembre	0

§ 5.

jours.
Ile de la Martinique (latit. 14° 1/2 N.; longit. 63° 1/2 O.). . . . 39

Il ne tonne jamais à la Martinique pendant les mois de janvier, février, mars et décembre. C'est en septembre qu'il tonne le plus souvent.

§ 6.

jours.

.... (Abyssinie) (latit. 13° N.; long. 35° E.). 38

1 seule année d'observations de Bruce (1770).

Répartition par mois :

	jours.		jours.		jours.
Janvier.	0.0	Février.	0.0	Mars	4.0
Avril.	4.0	Mai.	6.0	Juin	7.0
Juillet	3.0	Août	6.0	Septembre . . .	4.0
Octobre	4.0	Novembre . . .	0.0	Décembre . . .	0.0

§ 7.

jours.

Ile de la Guadeloupe (latit. 16° 1/3 N.; long. 64° O.). 37

Il ne tonne jamais dans cette île pendant les mois de janvier, février, mars et décembre.

Le mois de septembre est celui pendant lequel il tonne le plus souvent.

§ 8.

jours.

Viviers, dép. de l'Ardèche (latit. 47° 1/2 N.; longit. 2° 1/3 E.). 24.7

10 années, de 1807 à 1816.

Extrêmes : 14 en 1814 ; 35 en 1811.

Répartition par mois des 24.7 jours d'orage annuels :

	jours.		jours.		jours.
Janvier.	0.0	Février.	0.1	Mars	0.6
Avril.	2.2	Mai.	4.0	Juin	3.4
Juillet	5.1	Août	3.4	Septembre . . .	3.1
Octobre	2.2	Novembre . . .	0.6	Décembre . . .	0.0

§ 9.

jours.

Québec (Canada) (latit. 46° 3/4 N.; longit 73° 1/2 O.) 23.3

	jours.		jours.		jours.
Janvier.	0.0	Février.	0.0	Mars	0.0
Avril	0.6	Mai.	2.5	Juin	5.5
Juillet	8.0	Août	5.0	Septembre . . .	1.0
Octobre	0.5	Novembre . . .	0.1	Décembre . . .	0.1

§ 10.

Buenos-Ayres (latit. 34° 1/2 S. long. 60° 3/4 O.). . . . . . . jours. 22.5

7 années d'observations de M. Mossotti.

Répartition suivant les mois :

	jours.		jours.		jours.
Janvier.	1.9	Février.	2.6	Mars	2.1
Avril.	1.8	Mai.	1.7	Juin	1.1
Juillet	1.8	Août	1.0	Septembre . . .	2.9
Octobre	2.3	Novembre . . .	1.8	Décembre . . .	2.0

§ 11.

Denainvilliers, près Pithiviers (Loiret) (latit. 48° N.; longit. 0°). jours. 20.6

24 années d'observations de Duhamel (entre 1755 et 1780).

Extrêmes : 15 en 1765; 32 en 1769.

Répartition, par mois, de 20.6 jours de tonnerre :

	jours.		jours.		jours.
Janvier.	0.1	Février.	0.1	Mars	0.5
Avril.	1.6	Mai.	3.6	Juin	4.5
Juillet	4.4	Août	3.5	Septembre . . .	1.5
Octobre	0.5	Novembre . . .	0.3	Décembre . . .	0.0

§ 12.

Smyrne (latit. 38° 1/2; longit. 24° 3/4 E.) . . . . jours. 19

1 seule année d'observations de M. de Nerciat.

Répartition dans les divers mois :

	jours.		jours.		jours.
Janvier.	2.0	Février.	4.0	Mars	4.0
Avril.	1.0	Mai.	1.0	Juin	0.0
Juillet	0.0	Août	0.0	Septembre . . .	3.0
Octobre	0.0	Novembre . . .	1.0	Décembre . . .	3.0

§ 13.

Berlin (latit. 52° 1/2 N.; longit. 11° E.). . . . . jours. 18.3

15 années d'observations de Béguelin, de 1770 à 1785.

Extrêmes : 11 en 1780, 30 en 1783.

Répartition, par mois, des 18.3 jours d'orage annuels :

	jours.		jours.		jours.
Janvier.	0.0	Février.	0.0	Mars	0.1
Avril	0.6	Mai.	2.6	Juin	3.9
Juillet	4.2	Août	5.3	Septembre. . .	1.3
Octobre	0.1	Novembre . . .	0.1	Décembre . . .	0.1

§ 14.

Padoue (latit. 45° 1/3 N.; longit. 9° 1/2 E.). . . . . 17.3 jours.

4 années d'observations, de 1780 à 1783.

Répartition, par mois, de ces 17.3 jours de tonnerre :

	jours.		jours.		jours.
Janvier.	0.0	Février.	0.0	Mars	1.2
Avril	2.2	Mai.	1.2	Juin	3.5
Juillet	3.5	Août	2.5	Septembre. . .	0.7
Octobre	1.0	Novembre . . .	1.5	Décembre . . .	0.0

§ 15.

Strasbourg (latit. 48° 1/2 N.; long. 5° 1/2 E.). . . . . 17 jours.

20 années d'observations de M. Herrenschneider.

Extrêmes : 6 en 1818, 21 en 1831.

(Je n'ai pas la répartition par mois.)

§ 16.

Maëstricht (latit. 51° N.; longit. 3° 1/3 E.) . . . . 16.5 jours.

11 années d'observations de M. Crahay.

Les extrêmes sont : 8 en 1823, et 27 en 1826.

Répartition par mois :

	jours.		jours.		jours.
Janvier.	0.0	Février.	0.1	Mars	0.4
Avril	1.5	Mai.	2.5	Juin	2.9
Juillet	3.7	Août	3.3	Septembre. . .	1.4
Octobre	0.5	Novembre . . .	0.1	Décembre . . .	0.1

§ 17.

Lachapelle, près de Dieppe (latit. 50° N.; longit. 1° 1/4 E.). 15.7 jours.

18 années d'observations faites sous l'inspection de M. Nell de Bréauté, par M. Racine :

Extrêmes : 6 en 1820 ; 23 en 1828.

Répartition, par mois, de ces 15.7 jours de tonnerre :

	jours.		jours.		jours.
Janvier.	0.2	Février.	0.2	Mars	0.5
Avril	1.1	Mai.	2.6	Juin	3.2
Juillet	2.3	Août	1.8	Septembre . . .	1.3
Octobre	0.7	Novembre . . .	0.8	Décembre . . .	1.0

§ 18.

jours.

Toulouse (latit. 43° 1/2 N.; longit. 1° O.) 15.4

7 années d'observations, de 1784 à 1790.

Extrêmes : 4 en 1784, 24 en 1788.

§ 19.

jours.

Utrecht (Hollande) (latit. 52° N.; long. 2° 3/4 E.). 15

(Un grand nombre d'années d'observations citées par Muschenbroek.)

Extrêmes : 5 en 1740, 23 en 1737.

§ 20.

jours.

Tubingue (latit. 48° 1/2 N.; longit. 6° 3/4 E.). 14.6

9 années d'observations de Kraafft.

§ 21.

Paris (latit. 48° 50'; longit. 0°).

jours.

19 années, de 1785 à 1803. . . . . 12.2

Extrêmes : 7 en 1796, 22 en 1794.

Répartition suivant les mois :

	jours.		jours.		jours.
Janvier.	0.1	Février.	0.1	Mars	0.2
Avril	0.8	Mai.	1.8	Juin	3.0
Juillet	2.5	Août	2.2	Septembre . . .	0.7
Octobre	0.6	Novembre . . .	0.1	Décembre . . .	0.1

10 années, de 1806 à 1815 . . . . jours. [illegible]

Extrêmes : 8 en 1815, 25 en 1811.

	jours.		jours.		jours.
Janvier.	0.0	Février.	0.3	Mars.	[illegible]
Avril.	0.5	Mai.	3.2	Juin	[illegible]
Juillet	2.7	Août.	2.4	Septembre. . .	[illegible]
Octobre	0.7	Novembre . . .	0.1	Décembre . . .	[illegible]

10 années, de 1816 à 1825. . . . . jours. 13.2

Extrêmes : 6 en 1823, 22 en 1822.

	jours.		jours.		jours.
Janvier.	0.1	Février.	0.0	Mars	0.5
Avril.	1.0	Mai.	3.0	Juin	2.8
Juillet	2.1	Août	1.5	Septembre. . .	1.6
Octobre	0.3	Novembre . . .	0.2	Décembre . . .	0.1

12 années, de 1826 à 1837. . . . . jours. 14.6

Extrêmes : 8 en 1831, 20 en 1827.

	jours.		jours.		jours.
Janvier.	0.0	Février.	0.1	Mars.	0.3
Avril.	0.9	Mai.	3.1	Juin	2.9
Juillet	3.2	Août	2.2	Septembre. . .	1.2
Octobre	0.6	Novembre . . .	0.0	Décembre . . .	0.1

MOYENNES DES QUATRE PÉRIODES.

Répartition, par mois, des 13.4 jours annuels de tonnerre :

	jours.		jours.		jours.
Janvier.	0.1	Février.	0.4	Mars	0.2
Avril	0.3	Mai.	2.1	Juin	2.7
Juillet	2.9	Août	2.9	Septembre . . .	1.0
Octobre	0.3	Novembre . . .	0.3	Décembre . . .	0.2

§ 23.

jours.
Athènes (latit. 38° N.; longit. 21° 1/3 E.). 11
3 années, de 1833 à 1835.

Extrêmes : 7 en 1835, 18 en 1834.

§ 24.

Polpero (côte orientale du Cornouailles) (latit. 50° 1/3 N.; longit. 6° 1/2 O.) . . . . jours. 10
23 années d'observations de M. Jonathan Couch.

§ 25.

jours.
Pétersbourg (latit. 60° N.; longit. 28° E.) 9.1
11 années d'observations de Kraafft (depuis 1726 jusqu'en 1736).

La répartition, par mois, de ces 11 années s'effectue ainsi :

	jours.		jours.		jours.
Janvier.	0.0	Février.	0.0	Mars	0.0
Avril	0.7	Mai.	2.7	Juin	2.1
Juillet	2.5	Août	0.9	Septembre . . .	0.1
Octobre	0.0	Novembre . . .	0.1	Décembre . . .	0.0

§ 26.

jours.
Londres (latit. 51° 1/2 N.; long. 2° 1/2 O. 8.3
13 années d'observations de M. Howard (de 1807 à 1822), faites à Plaistow, à Clapton et à Tottenham, près de Londres.

Extrêmes : 5 en 1819, 13 en 1809.

Répartition, par mois, des 8.3 jours d'orage annuels :

	jours.		jours.		jours.
Janvier.	0.0	Février.	0.2	Mars	0.4

	jours.		jours.		
Avril	0.4	Mai	1.8	Juin	
Juillet	2.0	Août	1.3	Septembre	
Octobre	0.1	Novembre	0.2	Décembre	

§ 27.

Pékin (latit. 40° N.; longit. 114° E.). . . . .

6 années d'observations des missionnaires (de 1757 à 176

Extrêmes : 3 en 1757, 14 en 1762.

Répartition, par mois, des 5.8 jours de tonnerre :

	jours.		jours.		
Janvier	0.0	Février	0.0	Mars	
Avril	0.2	Mai	0.5	Juin	
Juillet	1.7	Août	1.0	Septembre	
Octobre	0.1	Novembre	0.0	Décembre	

§ 28.

Le Caire (Égypte) (latit. 30° N.; longit. 29° E.) . . . . . .

2 années d'observations de M. le docteur Destouches (1836).

Extrêmes : 3 en 1836, 4 en 1835.

Répartition de 3.5 jours d'orage annuels :

	jours.		jours.		
Janvier	1.0	Février	0.0	Mars	

[redacted]

…er que cette évaluation est trop faible, soit parce qu'il y a beaucoup de ces accidents dont l'autorité n'est pas instruite, soit parce que la foudre tue quelquefois des individus qui se sont réfugiés sous des arbres, sans qu'aucun indice mette sur la voie pour faire soupçonner la cause de la catastrophe.

J'avais, pendant plusieurs années, fait prendre note des coups fondroyants mentionnés dans les journaux qui me passaient sous les yeux. En parcourant ce recensement, dont l'imperfection frappera tout le monde, puisqu'on n'y fait mention que des malheurs arrivés dans une très-petite partie de la France, on aura un aperçu raisonné sur les erreurs dont peut être affecté le résultat publié par l'administration.

1841.

6 mai,	un homme, à Lons-le-Saulnier.
8 —	un homme, à Paris, bord de la Seine.
« —	une fille, à Lille.
11 juin,	un garçon, près de Tours.
« —	un homme, à Montrevel (Ain).
« —	un homme, à Neulise.
23 —	un homme, près d'Hazebrouck.
25 septembre,	une jeune fille, à Valensole (Drôme).
« —	une jeune fille, à Pierrelatte.
« —	deux hommes, à Buygny-Saint-Macloux.
« octobre,	un homme, près de Nantes.

1842.

« mai,	un homme, près de Rodez.
« juin,	quatre personnes dans une barque, port de Marseille.
« —	un homme, près de Bayonne.
« —	trois personnes abritées sous un arbre, près de Rouen.
24 août,	deux personnes, à Ille.
« —	un homme, à Lusignan-le-Petit.

[illegible]

[illegible] — un homme, [illegible]
[illegible] — un homme, [illegible]
[illegible] septembre, [illegible]
[illegible]

[illegible]

[illegible] — deux enfants [illegible]
[illegible]
[illegible] — deux enfants, [illegible]
[illegible] — deux personnes [illegible]
[illegible]
[illegible] — un homme, [illegible]
[illegible] — deux personnes [illegible]
[illegible]
[illegible] — un homme, [illegible]
[illegible] — un homme [illegible] sous un arbre, près de [illegible]
[illegible] septembre, une jeune fille, commune [illegible]
[illegible]
[illegible] — un homme [illegible] sous un arbre, [illegible]
[illegible] — un homme, à [illegible]
[illegible] — un homme [illegible] sous un arbre, près de [illegible]

[illegible]

[illegible] mars, un homme, près de [illegible]
[illegible] avril, un homme, commune de [illegible]
[illegible] juin, un homme, à [illegible]

uin, un homme, près de Soissons.
— un enfant, bourg du Péage (Drôme).
uillet, un homme, près de Honfleur.
— un homme, à Saint-Loubès.
— un homme abrité sous un arbre, près de Reims.
— un enfant, près de Toulouse.
oût, un homme, à Saint-Désert.
ptembre, un homme sonnant les cloches, près de Toulouse.
— un homme, près d'Orthez.
tobre, un enfant abrité sous un arbre, à Doué (Maine-et-Loire).

1846.

ai, un homme sonnant une cloche, à Cornille.
n, un homme abrité sous un arbre, à Orignolles.
- une femme abritée sous un arbre, à Pau.
- cinq hommes, à Donjon (Allier).
- un homme abrité sous un arbre, à La Teste,
- une jeune fille, à Foissiat (Ain).
llet, un homme, à Vinça.
ût, quatre hommes à Levreux (Indre).
ptembre, un homme, à Marsais (Charente-Inférieure).
— un homme, à Arthès (Hautes-Pyrénées).
— un homme, à Arles.

1848.

llet, un homme, à Saint-Germain-des-Bois.
— une femme, à Montreuil.
ût, deux personnes, à Montbard.

1849.

rs, deux hommes abrités sous un arbre, à Bazelat (Creuse).
- une jeune fille, près de Foix.
ril, deux personnes, à Puyloubier (Bouches-du-Rhône)
- une jeune fille, à Laprade.
ai, un homme, à Lyon.
- un homme, à Casseul (Gironde).

CHAPITRE XXXIV.

DANS QUELLES SAISONS LES COUPS DE TONNERRE FOUDROYANTS SONT-ILS LE PLUS FRÉQUENTS?

Autant je suis éloigné de regarder l'ensemble des proverbes, des dictons populaires, comme le code de la sagesse des nations, autant je crois que les physiciens ont eu tort de n'accorder que leur dédain à ceux de ces proverbes qui se rapportent à des phénomènes naturels. Les accepter aveuglément serait assurément une grande faute ; mais ce n'en est pas une moindre que de les rejeter sans examen. En me laissant guider par ces principes, il m'est quelquefois arrivé déjà de trouver d'importantes vérités là où l'on s'obstinait à ne voir que le fruit de la préoccupation et des préjugés. Aussi, malgré tout ce qu'il y avait d'improbable, disons mieux, de contraire aux idées reçues, dans l'aphorisme des campagnards : « les tonnerres ne sont jamais plus dangereux que dans les saisons froides », j'ai pensé devoir le soumettre à une épreuve dont personne n'a le droit d'appeler, à celle de l'observation. Cette épreuve, au surplus, voici de quelle manière simple il m'a paru qu'on pouvait la faire.

J'ai tenu note, dans mes lectures, de tous les coups foudroyants à dates certaines signalés par les navigateurs, et je les ai classés par mois; bien entendu qu'il a fallu ne comprendre dans ce recensement que les événements d'un seul hémisphère, car, au nord et au midi de l'équateur les mois d'une même dénomination correspondent à

des saisons opposées. J'ai dû aussi ne pas étendre le champ des observations jusqu'à ces régions des tropiques où les divers mois de l'année diffèrent très-peu entre eux sous le rapport de la température. J'ai échappé à toutes ces difficultés en me renfermant dans l'intervalle compris entre les côtes d'Angleterre et la Méditerranée inclusivement.

Voici maintenant les résultats :

JANVIER.

1749. *Le Dover*, bâtiment marchand anglais.
Le 9, latit. 47° 30′ N.; longit. 22° 15′ O.

1762. *Bellona*, vaisseau anglais de 74.
Le. . . . latit. . . longit. . .

1784. *Le Thisbé*, vaisseau de guerre anglais.
Le 3 (côtes d'Irlande).

1814. *Le Milford*, vaisseau de ligne anglais.
Le. . . . (dans le port de Plymouth).

1830. *L'Etna*, *le Madagascar*, *le Mosqueto*, navires de guerre anglais.
Le. . . . (dans le canal de Corfou).

FÉVRIER.

1799. *Le Cambrian*, vaisseau de guerre anglais.
Le 22 (près de Plymouth).

1799. *Le Terrible*, vaisseau de ligne anglais.
Le 23 (près des côtes d'Angleterre).

1809. *Le Warren-Hastings*, vaisseau de ligne anglais.
Le 14 (à Portsmouth).

1812. *Trois* vaisseaux de ligne.
Le 23 (à Lorient).

MARS.

1824. *Le Lydia* de Liverpool.
Le 23 (dans la traversée de Liverpool à Miramichie).

AVRIL.

[illegible] L'*Infatigable*, le *Worley*, la *Persévérance*, le *Wem* *[illegible]*, navires anglais marchant de conserve. Le 20, [illegible] N., longit. 11° 30′.

[illegible] L'*[illegible]* de Boston. Le [illegible] N., longit. [illegible] O.

[illegible] *Emmanuel*, navire marchand anglais. Le [illegible] N., longit. . . . .

[illegible] Le *[illegible]* de Liverpool. Le [illegible] N., longit. 30° O.

[illegible] Le *New-York*, paquebot de [illegible] tonneaux. Le [illegible] N., longit. 61° 17′ O., pendant la traver[sée] de New-York à Liverpool.

MAI.

. . . .

JUIN.

. . . .

JUILLET.

[illegible] L'*[illegible]*, bâtiment anglais. Le . . . . . près du cap [illegible] 32° N.

[illegible] Le *[illegible]* et le *[illegible]*, vaisseaux de ligne anglais. Le [illegible] près de Malte.



1813. *Le Barfleur*, vaisseau anglais de 98 canons.
A la fin du mois (dans la Méditerranée).

NOVEMBRE.

1696. *Le Trumbull*, galère anglaise.
Le 26 (rade de Smyrne).

1723. *Le Leipsig*, frégate autrichienne.
Le 12 (à l'entrée du canal de Céphalonie).

1811. *Le Belle-Ile*, brick de Liverpool.
Le. . . . (à Bideford, Devonshire).

1832. *Le Southampton*, vaisseau de ligne anglais.
Le 5 (dans les Dunes).

DÉCEMBRE.

1778. *L'Atlas*, vaisseau de la Compagnie des Indes.
Le 31 (à l'ancre dans la Tamise).

1820. *Le Coquin*, bâtiment français.
Le 25 (dans la rade de Naples).

1828. *Le Roëbuck*, cutter anglais.
Le. . . . (à Portsmouth).

1832. *Le Logan* de New-York.
Le 19 (dans son passage de Savannah à Liverpool).

Quand on a parcouru de l'œil ce recensement, quand on se rappelle, en même temps, combien il y a d'orages en été, combien peu, comparativement, il s'en forme pendant l'hiver, il semble difficile de ne pas reconnaître, qu'en mer du moins, les tonnerres des mois chauds sont beaucoup moins dangereux que ceux des saisons froides ou tempérées. Ce résultat me paraît déjà bien établi; j'eusse désiré cependant appuyer sa démonstration sur une statistique plus complète, mais les documents m'ont manqué. J'ajouterai qu'il n'a pas dépendu de moi qu'un aussi petit nombre de navires français figurât dans mon recensement. Pour les Anglais, j'ai pu mettre à pro-

fit les citations contenues dans d'excellents Mémoires de M. Harris sur les paratonnerres.

CHAPITRE XXXV.

LA FOUDRE FRAPPE PRINCIPALEMENT LES LIEUX ÉLEVÉS.

Toutes circonstances étant égales, c'est sur les points élevés que la foudre va frapper de préférence ; il ne serait pas difficile de citer des exemples en opposition avec cette règle, et dont les causes sont restées cachées dans la maçonnerie des habitations ou dans les entrailles de la terre, mais il n'est personne qui, ayant pris note, dans une localité déterminée, du nombre de coups foudroyants reçus par le clocher du village voisin et du nombre de ceux qui ont atteint les maisons environnantes, ne soit très-disposé à reconnaître la vérité de l'énoncé placé en tête de ce chapitre.

CHAPITRE XXXVI.

LA FOUDRE SE PORTE DE PRÉFÉRENCE SUR LES MÉTAUX, LORSQU'IL EN EXISTE, A DÉCOUVERT OU CACHÉS, SOIT DANS LE VOISINAGE DES LIEUX VERS LESQUELS ELLE TOMBE DIRECTEMENT, SOIT PRÈS DE CEUX OU SA COURSE SERPENTANTE L'AMÈNE ENSUITE. — LA FOUDRE NE PRODUIT DE DÉGATS NOTABLES QU'A SON ENTRÉE DANS LES MASSES MÉTALLIQUES, OU AU MOMENT OU ELLE EN SORT.

De toutes les propriétés de la foudre, celles-ci sont sans contredit les plus importantes. On ne s'étonnera donc pas que j'aie cherché à les établir sur des observations nombreuses, et qui, à raison de la variété des circonstances, ne puissent laisser aucune prise au doute.

§ 1er.

Rien de plus instructif, quant à la faculté que les métaux possèdent d'attirer à eux la totalité ou la presque totalité de la matière fulminante dont ils peuvent se trouver subitement enveloppés, que le coup de foudre, déjà cité dans un autre chapitre, qui, en 1754, produisit tant de dégâts sur l'immense tour en charpente de Newbury, aux États-Unis.

La foudre tomba sur la partie supérieure de cette tour. Elle était bien puissante, puisqu'elle détruisit radicalement et jeta au loin une pyramide en charpente de 21 mètres de haut.

Cette lourde pyramide rasée, la foudre trouva sur sa route un fil métallique qui joignait le marteau de la cloche aux rouages de l'horloge placée 6 mètres plus bas, se porta tout entière ou presque tout entière sur ce fil, et le fondit en quelques points. Je justifierai les mots *presque tout entière* qu'on vient de lire, en disant que, dans l'étendue verticale de 6 mètres occupée par le fil, la charpente environnante, celle de la tour, n'éprouva absolument aucun dommage, quoique la foudre fût loin d'avoir épuisé sa force sur la pyramide supérieure, comme cela résulte clairement des dégâts qu'elle fit, en continuant sa course descendante, dès que le fil métallique lui manqua.

Parvenue, en effet, à l'extrémité inférieure de ce fil, la foudre se précipita de nouveau sur la charpente de la tour, et la dégrada considérablement. Telle était encore son intensité, même en arrivant au sol, qu'elle arracha di-

verses pierres de la fondation du monument, et les lança à quelque distance.

§ 2.

Pendant la nuit du 17 au 18 juillet 1767, la foudre tombe à Paris sur une maison de la rue Plumet et en parcourt toutes les parties. Plusieurs cadres se trouvaient suspendus dans une chambre; elle attaque seulement celui qui était doré. Une lanterne de fer-blanc et deux bouteilles de verre très-mince reposaient sur la même table; la lanterne est démolie et parfaitement fondue; les deux bouteilles restent intactes. Dans une autre chambre, un poêle en fer est brisé en plusieurs morceaux : on n'y remarque aucun autre dégât. Ailleurs, une caisse en bois renfermait beaucoup d'ustensiles en fer; la foudre brise la caisse; elle atteint si fortement les ustensiles, qu'ils présentaient des marques évidentes de fusion, et n'allume pas 250 grammes de poudre à canon que contenait une poire ouverte placée au milieu de toutes ces pièces métalliques fondues.

fonds, les baguettes établies autour des tapisseries, les parties dorées des fauteuils et des sofas qui touchaient à ces baguettes, les jambages dorés des portes, des cordons de sonnette étaient fondus, noircis ou écaillés. Comme à l'ordinaire, le maximum de ces effets s'observait partout où la matière fulminante avait trouvé quelque solution de continuité.

Un coup de foudre capable de fondre un fil de sonnette tuerait un homme. Ici, nous l'avons déjà dit, personne ne fut même blessé. Il est donc bien prouvé qu'en parcourant l'enfilade de neuf pièces dont se composait l'appartement de lord Tylney, la matière fulminante se porta de préférence ou à peu près en totalité vers les parties métalliques que ces neuf pièces renfermaient.

§ 4.

Ces faits précis, caractéristiques, m'autorisent à passer maintenant à des exemples qui nous montreront la foudre se détournant évidemment de sa route primitive pour aller frapper des masses métalliques derrière de gros blocs de maçonnerie, ou même dans leur intérieur.

La foudre étant tombée sur une assez grosse verge de fer implantée dans le toit de la maison de M. Raven, dans la Caroline (États-Unis), parcourut ensuite un fil de laiton qui établissait, par l'extérieur du bâtiment, une communication intime entre cette verge et une barre de même métal enfoncée en terre. Pendant sa course descendante, la foudre fondit toute la partie du fil comprise entre le toit et le rez-de-chaussée, et cela sans endommager en aucune manière le mur sur lequel le fil était

[illegible] à hauteur du rez-de-cha[illegible]
[illegible] autre caractère. De là j[illegible]
[illegible] au point même où [illegible]
[illegible] complétement
[illegible] dans le mur de la mai[illegible]
[illegible]

[illegible] singulière de la foudre.
[illegible] un mystère [illegible]
[illegible] remarque que le trou du
[illegible] partie supéri[illegible]
[illegible] dans la cuisine, c[illegible]
[illegible] n'éprouva a[illegible]
[illegible] fut brisé[illegible]
[illegible] dans l'âtr[illegible]
[illegible]

[illegible] toutes les ci[illegible]
[illegible] Il m[illegible]
[illegible] d'ailleurs la nature
[illegible] de la ma[illegible]



pelle, qui n'avait ni tour ni clocher. Un violent coup de tonnerre le surprit dans cette position et tua deux soldats. Du même coup, la foudre pratiqua dans le mur, derrière les deux victimes, une ouverture d'environ $1^m.30$ de haut et de 1 mètre de large. Toute vérification faite, il se trouva qu'à la portion du mur démolie sur laquelle les deux soldats foudroyés s'appuyaient, correspondait exactement, à l'intérieur de la chapelle, un ensemble de barres de fer massives destinées à supporter un tombeau. Ceux qui n'eurent pas le malheur de s'être ainsi placés fortuitement devant des pièces métalliques n'éprouvèrent aucun mal.

§ 6.

Un très-violent coup de tonnerre atteignit, le 10 juin 1764, le beau clocher de Saint-Brides, à Londres, et y produisit de graves dégâts, qui furent aussitôt examinés et décrits par William Watson et Edward Delaval. Voici ce qu'ils offraient de plus remarquable :

La foudre tomba d'abord sur la girouette du clocher; de là elle descendit le long d'une barre de fer presque noyée dans les pierres de taille massives dont la flèche de la tour était formée. Cette barre, de 2 pouces anglais de diamètre (5 centimètres), avait 20 pieds anglais de long (6 mètres) et reposait, par son extrémité inférieure, dans une cavité de 5 pouces (12 centimètres) de profondeur, creusée au centre de la plus basse des pierres de taille en question. Une soudure au plomb unissait la barre à la pierre, le plus intimement possible.

Que produisit la foudre dans cette flèche, dans cette portion supérieure du clocher de Saint-Brides?

Elle enleva et noircit légèrement quelque peu de la dorure, au point le plus élevé de la croix en cuivre qui surmontait le clocher; elle fondit çà et là de petites parties de soudure. Pendant son trajet le long des 6 mètres de la barre, elle ne laissa aucune trace appréciable, ni sur le fer, ni en aucun point de la maçonnerie environnante; mais, dès qu'un métal continu lui manqua, les vrais dégâts commencèrent. La grosse pierre de taille au milieu de laquelle l'extrémité inférieure de la barre se trouvait soudée au plomb offrait, dans des éclats, dans des fentes dirigées en tous sens, des marques manifestes d'une violente commotion. A la hauteur de cette même pierre, une très-large ouverture s'était formée, de dedans en dehors, dans la paroi de la flèche. La descente de la foudre sembla s'être ensuite opérée par sauts, entre chaque barre ou crampon de fer et la barre ou le crampon immédiatement au-dessous. Seulement, il faut bien le remarquer, la foudre ne se borne pas, dans cette sorte d'itinéraire, aux seules pièces métalliques visibles. Les crampons placés dans l'épaisseur même des maçonneries, pour unir les pierres de taille entre elles, n'échappèrent pas plus que les autres à la matière fulminante.

En définitive, il y eut des pierres fendues, éclatées, pulvérisées, déplacées, lancées comme des projectiles, aux extrémités mêmes, ou très-près des extrémités des barres de fer employées dans la construction du clocher. Partout ailleurs les dégâts étaient ou nuls ou sans gravité. On dirait, d'après ces effets, que la foudre ne parvint à s'échapper, par les bouts des pièces métalliques

qu'elle envahit, qu'à l'aide d'un violent effort qui détruisit tout aux environs.

§ 7.

Cette propriété de la matière fulminante de se porter en grande quantité sur les métaux, même au travers d'épaisses masses de pierre dont ils peuvent être recouverts et de les mettre complétement à nu, a trop d'intérêt, surtout à cause des applications dont elle est susceptible, pour qu'on ne doive pas me pardonner si j'ajoute un nouveau fait aux précédents.

En 1767, comme on l'a vu plus haut, la foudre entra par une souche de cheminées dans une maison de la rue Plumet, à Paris. Nous avons déjà parlé de son action à l'intérieur. En dehors, tous les dégâts se trouvèrent concentrés en un seul point, qui n'était cependant ni le plus haut, ni le plus exposé : l'entablement de la maison fut complétement démoli et projeté au loin. Lorsque toutes les pièces de fer que cet entablement cachait parurent à découvert, chacun comprit qu'elles avaient été la cause principale d'un effet qui, sans cela, eût semblé également inexplicable, et à raison de la place, et à cause de l'intensité.

§ 8.

Nous avons vu la foudre complétement inoffensive, tant qu'elle parcourait une tige de fer continue, manifester sa sortie à l'extrémité du métal par la rupture, par la pulvérisation, par la projection des matières solides qui enveloppaient ce point de sortie. Les matières rompues, pulvérisées, brisées, projetées, étaient généralement des

Eût-on ch

substances

la foudre

sans rien briser,

elle par

frappée pl

Si la ter

la barre,

qu'elle y produit

par les ma

au contr

d'humi

sans d

et, à

à la mat

qu'elles

prolongement

masse métallique

à l'appui de



Le 5 septembre 1779, la foudre tomba à Manheim, sur une barre de fer qui s'élevait verticalement au-dessus du toit de l'hôtel de l'ambassadeur de Saxe, et descendait ensuite jusqu'à terre sans solution de continuité, d'abord le long du toit, et ensuite le long d'un des murs de l'habitation. En quittant la barre pour entrer dans la terre qui n'était pas très-humide, la foudre produisit un tourbillon de sable que plusieurs personnes aperçurent à l'instant même, et dont on trouva d'ailleurs après des marques évidentes.

Les effets mécaniques ne sont pas le seul moyen de prouver qu'un terrain peu humide possède très-incomplétement la propriété d'enlever aux barres métalliques la matière fulminante dont elles peuvent être imprégnées. Des phénomènes de lumière conduisent souvent au même résultat.

Quelle que soit sa longueur, une barre de fer de 3 à 4 centimètres d'équarrissage transmet le plus violent coup de foudre jusqu'aux entrailles de la terre et l'y dissémine, si cette terre est humide, sans qu'aucune lueur apparaisse nulle part. Supposez la terre sèche, au contraire, et la barre, au moment de l'explosion, se montrera rayonnante. Ne rendez humide que la seule surface du terrain, et cette surface semblera tout en feu. Ainsi, lorsque la foudre frappa à Philadelphie une barre de fer qui, par son extrémité supérieure, dominait la maison de M. West, et, par l'autre, pénétrait à la profondeur de 1 mètre 5 centimètres, dans une terre imparfaitement humide, il tombait une pluie battante. Cette pluie avait mouillé le pavé : le pavé, au moment de l'explosion,

semble sillonné par de vives flammes jusqu'à plusieurs mètres de distance.

CHAPITRE XXXVIII.

EXPLICATIONS, REMARQUES ET RAPPROCHEMENTS CONCERNANT LES OBSERVATIONS PRÉCÉDENTES.

Avant de discuter les divers moyens qui ont été pro[illegible]sés pour se garantir de la foudre, jetons un regard s[illegible] longue carrière que nous venons de parcourir, non [illegible]sément avec l'intention d'en faire surgir une théorie d[illegible] laquelle toutes les expériences viendraient conven[illegible]ment s'encadrer, mais avec l'espoir, beaucoup [illegible] modeste, d'arriver par divers rapprochements à la d[illegible]couverte de quelques vérités que le seul examen de [illegible] que fait isolé ne nous a pas encore dévoilées.

De toute antiquité, on a su que le son n'est point [illegible] matière. Aristote, par exemple, avait parfaitement [illegible] connu qu'il résulte des simples ondulations de l'air ord[illegible]

plétement indécis, je l'avoue, devant la question qu'on vient de lire.

Lorsque je prends les expériences de M. Wheatstone pour complétement avérées, lorsque mon attention se porte sur l'incomparable rapidité avec laquelle la foudre traverse les régions aériennes et les corps solides qui la propagent à la surface de la terre, je me sens peu enclin à la composer d'une agglomération de molécules matérielles, d'un amas de très-petits projectiles : des ondulations semblent se concilier beaucoup mieux avec de pareilles vitesses. Bientôt après cependant me reviennent à l'esprit ces grands effets mécaniques, ces transports de poids considérables opérés par la foudre. Si je me rappelle, en même temps, que malgré toute la délicatesse des procédés employés, qu'en opérant sur des leviers suspendus dans le vide à des fils d'araignée, avec la lumière concentrée au foyer des plus grands miroirs, des plus larges lentilles, on n'a pas engendré les plus légères déviations, toutes mes incertitudes renaissent, et les ondulations fulminantes se représentent à moi hérissées de mille et mille difficultés.

Passons, au surplus, à un examen rapide des principaux phénomènes que nous avons décrits.

§ 1er. — Éclairs.

Les Étrusques, dont toute l'antiquité a célébré la science au sujet de la foudre, en distinguaient de trois sortes : la première était une foudre d'avis; la seconde produisait déjà certain dommage; la troisième se composait d'un feu destructeur qui frappait les simples individus, ravageait

les royaumes, et ne laissait rien de ce qu'elle rencontrait dans l'état primitif.

Jupiter lançait la première à sa guise; la seconde ne partait de sa main que sur l'avis d'un conseil composé de douze grands dieux: la troisième, enfin, exigeait impérieusement un arrêt des dieux supérieurs.

On conçoit difficilement que des peuples chez lesquels régnaient de pareilles idées aient cru nécessaire de rechercher comment la foudre s'engendrait dans les nuages, comment naissait la lumière, comment se produisait le bruit. Cependant ces questions occupent une large place dans les traités d'Aristote, dans le poëme de *Lucrèce*, dans les écrits de Pline, dans les *Questions naturelles* de Sénèque. Ce dernier philosophe a résumé, en quelques paroles, les opinions plus ou moins dissemblables dans la forme, mais fort analogues quant au fond, des physiciens de l'antiquité touchant l'origine des éclairs :

« Le feu s'engendre par la percussion de l'acier sur la pierre ou par le frottement de deux morceaux de bois. Il se peut donc que les nuages (emportés par le vent) [redacted]

--avec une liberté indéfinie dans les corps solides. Les
tures, les transports qu'elle occasionne, en paraissent
preuve évidente. Quoi de plus naturel alors que de
poser qu'en traversant l'air atmosphérique cette ma-
e pousse vivement devant elle les molécules qui le
posent, et qu'il en résulte successivement des com-
ssions dans toute la ligne où le trajet s'opère. Des
pressions un peu fortes, comme le prouve le briquet
umatique, sont toujours accompagnées d'un dégage-
nt de lumière; la direction suivie par la matière fulmi-
nte doit donc être marquée par un sillon lumineux.

Cette argumentation semble bien liée; cependant elle
t donner lieu à plus d'une objection.

Si en chaque point de la ligne que la foudre parcourt il
t, pour qu'un peu de lumière se dégage, que certains
umes d'air grossier soient très-sensiblement compri-
s, on conçoit difficilement comment tous ces déplace-
nts de molécules pourront se concilier avec l'excessive
esse de propagation de l'éclair que les expériences de
. Wheatstone ont donnée.

L'analogie empruntée au briquet pneumatique pèche
ar la base. L'air atmosphérique n'est pas seul en jeu
ans cet appareil. Des expériences de M. Thénard prou-
ent, en effet, que si l'on opère dans un corps de pompe
rfaitement nettoyé, à l'aide d'un piston de feutre imbibé
eau, et non d'une matière grasse ou huileuse, la com-
ession n'est accompagnée d'aucune production de lu-
ère. Ce sont ces matières qui en prenant feu dans la
tite pompe de l'appareil usuel, à la suite du dégagement
chaleur que toute forte compression de gaz amène à sa

[illegible] [illegible] à [illegible] la lumière. C'est à cau[illegible] [illegible], pour le dire en passant, que, conformément à qu'avait annoncé M. [illegible], de Lyon, l'expérience [illegible] qu'à l'une des seules [illegible] comburants.

Les zigzags des éclairs ont toujours paru si étonn[illegible] qu'on a été jusqu'à les regarder comme de pures [illegible], comme le résultat de réfractions irrégulières des vapeurs atmosphériques, que les nuages fer[illegible] éprouver aux rayons de lumière. (Logan, *Trans.* [illegible] vol. XXXIX.)

Les astronomes qui, si souvent, ont l'occasion [illegible] server les astres au travers des vapeurs et des nu[illegible] sans les trouver autrement soulevés que si l'a[illegible] sphère était sereine, ne pourraient pas même s[illegible] soudre à réfuter sérieusement l'étrange conceptio[illegible] M. Logan.

Un éclair en zigzags à angles très-aigus, un écl[illegible] deux, à trois pointes, contrastent si fortement ave[illegible] courbes régulières que suivent dans leur marche les [illegible] soumis à l'action de forces accélératrices, qu'on n'os[illegible]



qu'elle peut opposer à la marche de la foudre des résistances inégales dans divers sens.

Les éclairs en boule dont nous avons cité tant d'exemples, et qui sont si remarquables, d'abord par la lenteur et l'incertitude de leurs mouvements, ensuite par l'étendue des dégâts qu'ils occasionnent en éclatant, me paraissent aujourd'hui un des phénomènes les plus inexplicables de la physique.

Ces boules, ces globes de feu, semblent des agglomérations de substances pondérables, fortement imprégnées de la matière de la foudre. Comment se forment de telles agglomérations? Dans quelles régions sont-elles nées? D'où proviennent les substances qui les composent? Quelle en est la nature? Pourquoi s'arrêtent-elles quelquefois pendant un temps assez long pour se précipiter ensuite avec une grande rapidité, etc., etc.? Devant toutes ces questions, la science reste muette.

La foudre, en traversant l'atmosphère, détermine çà et là une combinaison de ses deux éléments gazeux, elle les transforme en acide nitrique. Serait-il donc impossible que la même action opérât quelquefois instantanément une sorte de demi-réunion des matières de toute nature qui peuvent exister dans un certain volume d'air? Si cette conjecture, que je ne présente, bien entendu, qu'à ce titre, paraissait inadmissible, je rappellerais que M. Fusinieri déclare avoir constamment trouvé du fer métallique, du fer à divers degrés d'oxydation et du soufre, dans les dépôts pulvérulents qui entourent les fissures à travers lesquelles la foudre s'est ouvert un passage. Sans vouloir assurément réveiller des idées surannées touchant les

pierres de tonnerre¹, je dirai qu'il n'est point prouvé qu'on doive absolument rejeter comme mensongères toutes les relations où il est parlé de coups de foudre accompagnés de chutes de matières. Sur quoi se fonderait-on pour s'inscrire en faux contre ce fait que je tire des œuvres de Boyle :

« En juillet 1681, la foudre produisit beaucoup de dégâts, près du cap Cod, sur le bâtiment anglais *l'Albemarl*. Le coup de foudre fut suivi de la chute, dans la chaloupe même suspendue à la poupe du navire, d'une matière bitumineuse qui brûlait en répandant une odeur semblable à celle de la poudre à canon. Cette matière se consuma sur place ; on avait essayé vainement de l'éteindre avec de l'eau, ou de la projeter dehors en se servant de tiges de bois. »

Cherchons maintenant ce que peuvent être les éclairs

1. Les prétendues pierres de foudre que certains peuples révéraient, avaient, en général, la forme d'un coin, d'une hache, ou celle d'un fer de flèche ou de lance.

L'origine de ces pierres n'est pas douteuse, depuis qu'on en a trouvé de toutes pareilles parmi les outils et les armes des indigènes [redacted]

haleur, c'est-à-dire les éclairs des nuits sereines.
)ans la nuit la plus calme, à la lueur même des
:s, on voit briller l'éclair, dit Sénèque; mais soyez
ajoute-t-il, qu'au lieu d'où part l'éclair, il se trouve
uages que la forme sphérique de la terre ne nous
et pas d'apercevoir. Le feu de l'éclair lancé vers le
se montre dans la partie pure et sereine du ciel,
ue formé dans un nuage obscur et ténébreux. »
st. nat., liv. II, § 26.)

ıns sa Dissertation sur le tonnerre, couronnée en
par l'Académie de Bordeaux, le Père Lozeran de
ne regardait pas non plus les éclairs de chaleur
ıe des éclairs primordiaux. Suivant lui aussi, ils sont
verbération sur des couches atmosphériques plus ou
s élevées d'éclairs ordinaires nés au sein d'un orage
la vue directe est empêchée par la rondeur de la

tte explication est très-simple, et la plupart des phy-
ıs l'ont adoptée. Quoi de plus naturel, en effet, que
ıuer l'atmosphère d'une certaine force réfléchissante?
-ce pas elle qui nous reflète la lumière crépusculaire
emps avant que le soleil soit levé, longtemps après
est couché?

raisonnement serait susceptible de quelques doutes
s dans des considérations de quantité. Ne pourrait-
as dire que l'atmosphère, quoique assez réfléchis-
pour nous renvoyer la lumière crépusculaire prove-
du soleil, ne doit réverbérer rien de sensible quand
e reçoit que la lumière comparativement très-faible
clairs? Voici la réponse :

En 1739, pendant des expériences sur la vitesse du son, Cassini et Lacaille apercevaient dans l'atmosphère la lumière provenant du canon qu'on tirait au pied du fanal de Cette, alors même que dans les stations qu'ils occupaient, la ville et le fanal leur étaient complétement cachés par des objets intermédiaires, tels que la montagne de Saint-Bauzeli, etc. En 1803, M. de Zach faisait donner des signaux au mont Brocken du Harz, pour déterminer des différences de longitudes. Des observateurs placés sur la montagne de Kenlenberg, à plus de 60 lieues de distance, apercevaient la lumière des 180 à 220 grammes de poudre qu'on brûlait chaque fois à l'air libre, quoique le Brocken, à cause de la rondeur de la terre, ne soit pas visible du Kenlenberg. J'ajouterai enfin que, lorsqu'on tire à Paris le canon de la batterie basse des Invalides, un observateur placé dans les allées du jardin du Luxembourg voisines de la rue d'Enfer, d'où l'on ne voit ni les divers étages du bâtiment, ni même la flèche si élevée de son dôme, aperçoit dans l'air, au mo-

explication le caractère de la plupart des théories scientifiques modernes; il reste à passer de la conjecture à une véritable démonstration. Voici deux cas où toutes les conditions désirables se trouvent, ce me semble, réunies. J'ai trouvé l'un dans le Voyage de Saussure; j'ai recueilli l'autre, en parcourant ligne à ligne les deux volumes d'Observations météorologiques de M. Luke Howard.

Dans la nuit du 10 au 11 juillet 1783, l'illustre historien des Alpes se trouvait à l'hospice du Grimsel, par un ciel calme et serein. Ce pendant, en regardant dans la direction de Genève, il voyait à l'horizon quelques bandes de nuages d'où sortaient des éclairs qui ne paraissaient produire absolument aucun bruit. La même nuit, au même instant, la ville de Genève éprouvait le plus épouvantable orage dont les habitants de ce pays aient jamais été témoins.

Le 31 juillet 1813, M. Howard voyait de Tottenham, près de Londres, de faibles éclairs de chaleur à l'horizon, vers le sud-est. Le ciel était étoilé; il n'y avait pas un seul nuage dans le firmament! M. Howard apprit bientôt de son frère, qui se trouvait sur la côte sud-est de l'Angleterre, que ce même 31 juillet, à l'heure des éclairs silencieux de Tottenham, on apercevait de Hastings un grand orage qui embrassait, en France, l'espace compris entre Dunkerque et Calais. Ainsi les éclairs dont on apercevait la lueur dans l'atmosphère de Londres étaient nés au milieu de nuages situés à près de 50 lieues de distance.

Avoir prouvé que les éclairs de chaleur sont quelquefois des éclairs réfléchis, n'implique pas la conséquence

qu'ils ont toujours la même origine. Ceux qui croient qu'un ciel parfaitement serein est souvent sillonné par des éclairs directs, par des éclairs qui jaillissent spontanément dans un air sans nuages, peuvent s'appuyer sur la circonstance que souvent les prétendus éclairs de chaleur se montrent, à Paris par exemple, pendant des nuits entières, et vers tous les points de l'horizon, sans que le ciel vienne à se couvrir. L'existence aussi prolongée d'une sorte d'oasis de sérénité n'est, en effet, guère probable.

Le jour où il y aura sur la surface d'un pays autant d'observateurs météorologistes que la science le réclame, on arrivera aisément, par la comparaison de leurs journaux, à reconnaître si les éclairs de chaleur vus dans un endroit donné étaient ou n'étaient pas la réverbération des éclairs provenant d'un orage éloigné. En attendant, il ne me semble pas impossible de décider la question par les observations d'un seul lieu, d'une seule personne, et à l'instant même où le phénomène [redacted]

de chaux, de quartz ou de tout autre cristal doué de la double réfraction. Ce prisme est achromatisé.

Sans le prisme, si vous dirigiez le tuyau vers un objet rayonnant ou seulement éclairé, vous ne verriez qu'un disque circulaire plus ou moins lumineux. A travers le prisme doublement réfringent, vous apercevez deux de ces disques.

Quand la lumière de l'objet qu'on observe est de la lumière blanche directe, les deux disques paraissent blancs. Si, au contraire, la lumière éclairante n'arrive dans le tuyau qu'après avoir été réfléchie sous un angle notablement différent de 90°, les deux disques sont diversement colorés. Supposez l'un rouge, par exemple, l'autre sera vert. Les deux teintes changent quand on fait tourner le tuyau sur lui-même, mais elles sont toujours complémentaires l'une de l'autre : leur réunion reproduit le blanc.

La lumière reflétée par l'air atmosphérique jouit, dans notre instrument, de toutes les propriétés de celle qui est réfléchie par le verre, par l'eau, etc. Dirigez, en effet, le tuyau vers un ciel serein, et vous verrez les deux disques briller des plus vives couleurs. Il n'y a qu'une zone très-étroite voisine du soleil, et un espace plus circonscrit encore situé à l'opposite, où la coloration soit insensible.

A peine aurai-je maintenant besoin d'ajouter quelques mots pour expliquer comment ce simple tuyau conduira à la solution désirée :

Il est nuit, l'air est serein, de temps à autre des éclairs dits de chaleur illuminent le ciel. Après avoir

[illegible]

[illegible] l'intensité de la coloration des disques, on arriverait sans trop de difficulté à décider quelle région atmosphérique occupent ces derniers éclairs; mais je dois ici m'abstenir de trop minutieux détails. Il me suffit d'avoir montré comment, à l'aide de l'observation la plus simple, on pourra dissiper tous les doutes que la question des [redacted]

éblouissants. Ces immenses, éloignements rien ne fie; en tout cas, ils ne suffiraient pas pour expliquer ration de Deluc (chap. XIV, p. 87), dans laquelle airs de même intensité et nés dans les mêmes étaient suivis, les uns d'étourdissants roulements, res d'un silence absolu. Veut-on, au surplus, ve que, dans l'atmosphère, un bruit n'est pas pagnement nécessaire de toute production de ? La voici :

trombes sont quelquefois le foyer d'éclairs très-s. Le 4 juin 1814, M. Griswold se trouva à une listance (400 mètres) d'un de ces météores, dans toire des Illinois. Des éclairs presque continus et lat incomparable descendaient des nuages vers , à une petite distance de la surface extérieure rombe, ou peut-être même le long de cette sur-ependant, on n'entendait absolument aucune déto-

•

tonnerres sans éclairs sur lesquels j'ai précédem-ppelé l'attention des lecteurs (chap. XIII, p. 84), t s'expliquer très-simplement.

evons deux couches distinctes de nuages super-

ır tous les observateurs de la trombe, cette absence de bruit a d'irradiations aussi éblouissantes, était un phénomène mple. M. Griswold croit qu'au fond le bruit existait comme orage ordinaire. Suivant lui, le rapide mouvement giratoire qui constitue le météore, empêchait les vibrations sonores de l'enceinte même de la trombe et de se communiquer à u près tranquille de l'atmosphère. Je doute que cette expli-tout ingénieuse qu'elle puisse être, fasse beaucoup de pro-On aimera mieux croire à une production de lumière sans

posées. Supposons que la couche supérieure devienne le siége d'un grand orage; qu'elle soit sillonnée par de brillants éclairs, qu'il en parte de retentissantes détonations. Si les nuages inférieurs sont très-opaques ou très épais, la lumière des éclairs, quelque vive qu'on la suppose, ne les traversera pas; elle s'y absorbera presque en totalité; il n'en arrivera rien de sensible à la surface de la terre, et cependant, comme des corps non perméables à la lumière se laissent facilement traverser par le son, le même observateur qui ne voit pas l'éclair entendra parfaitement le tonnerre.

La double supposition que deux couches de nuages superposées existent simultanément dans l'atmosphère à différentes hauteurs, et qu'un orage se manifeste dans la couche supérieure seulement, seraient, au besoin, appuyées sur les relations de trop de voyageurs véridiques, pour que nous n'ayons pas la certitude d'avoir indiqué une des causes des tonnerres sans éclairs. Je dis seulement une des causes, car j'ai cité (p. 142 et suiv.) des foudres dont le siége ne paraît pas être dans les nuages, [redacted]

été engendrés simultanément. Le phénomène au reste est si simple, que les anciens, très-peu avancés généralement sur les matières de physique, en avaient déjà connu la véritable cause. Prenez, par exemple, le livre VI du poëme de Lucrèce, et vous y lirez d'abord des observations destinées à établir que la lumière se meut en général beaucoup plus vite que le son. Quelques vers après, vous trouverez, comme conséquence inévitable des prémisses, que la lumière de la foudre doit arriver à terre bien plus vite que son fracas, quoique fracas et lumière aient été formés au même instant et par le même choc.

Cette explication est parfaitement exacte. Le seul avantage que nous ayons à cet égard sur les philosophes de l'antiquité, c'est de pouvoir assigner pour chaque distance donnée le retard du son sur la lumière, en secondes entières et fractions de seconde.

Deux phénomènes astronomiques (les éclipses des satellites de Jupiter et l'aberration) ont servi à prouver que la lumière traverse uniformément l'espace, avec une vitesse de 80,000 lieues environ par seconde de temps. Il résulte de là qu'elle n'emploie que un huit-millième de seconde à franchir 10 lieues. 10 lieues surpassent, sans aucun doute, la hauteur à laquelle les éclairs et le tonnerre s'engendrent dans notre atmosphère. A moins donc qu'on ne veuille tenir compte d'une inappréciable fraction de seconde, il sera permis, dans toutes nos recherches sur le tonnerre, de supposer que nous voyons l'éclair à l'instant même où il est né.

Quant au son, on peut affirmer, d'après les expériences les plus récentes, qu'à la température de + 10° centi-

grades, sa vitesse est de 337 mètres par seconde. Si le nuage où la foudre a éclaté est à 337 mètres de distance en ligne droite, il s'écoulera donc une seconde entière entre l'apparition de la lumière et l'arrivée du bruit :

A une distance de 674m correspondrait 2s d'intervalle;
A. . . . . 1011m 3s
. . . .
A. . . . . 3370m 10s

et toujours ainsi proportionnellement.

L'observateur qui aura déterminé avec un chronomètre, le nombre de secondes comprises entre l'arrivée de l'éclair et celle du tonnerre, en déduira donc facilement la distance qui le sépare du point où le météore s'est manifesté. Il lui suffira de multiplier ce nombre, entier ou fractionnaire, par 337. Le produit sera la distance cherchée exprimée en mètres.

Ce résultat, il faut bien le remarquer, est en général la distance rectiligne du nuage, mesurée sur une ligne inclinée à l'horizon ; c'est l'hypoténuse d'un triangle rec- [redacted]

ou d'un instrument à réflexion, en prenant pour repère, pour point de mire, les accidents fortuits de forme ou de clarté les plus voisins du point où l'éclair s'est montré et dont les nuages orageux ne sont jamais exempts. Cela une fois connu, le calcul s'effectue en un trait de plume.

C'est ainsi, de point en point, qu'ont été déterminées les hauteurs absolues de nuages, rapportées chapitre IV, pages 20 et suivantes. Ce genre d'observations a été jusqu'ici trop négligé; la météorologie est très-intéressée à le voir se répandre. Les plus grands et les plus petits intervalles entre l'éclair et le tonnerre doivent surtout fixer l'attention des physiciens : les premiers, parce qu'ils servent aujourd'hui à la détermination de la plus grande hauteur des nuages orageux; les seconds, à cause de leur liaison possible avec une question très-controversée dont je dirai ici quelques mots.

Quand une seconde de temps s'écoule entre l'éclair et le tonnerre, les nuages sont au plus à 337 mètres de hauteur verticale; quand l'intervalle des deux phénomènes est de 1/2 seconde, la hauteur des nuages ne peut pas être supérieure à 168 mètres; à 4/10es, à 3/10es, à 2/10es, à 1/10e de seconde d'intervalle, correspondraient, respectivement, des hauteurs de nuages inférieures à 135 mètres, à 101 mètres, à 68 mètres, à 34 mètres.

La flèche des Invalides est à 105 mètres de hauteur verticale. Supposons qu'en temps d'orage, quelqu'un placé près du monument aperçoive un de ces éclairs qui ne paraissent pas quitter les nuages et qu'il s'assure de plus que le tonnerre a succédé à l'éclair après le court intervalle de 3/10es de seconde. De ce nombre résultera,

[illegible] voir, la conséquence qu[illegible] la foudre, ne pourraient ê[illegible] et qu'ils devraient [illegible] Si donc la flèche est [illegible] toujours dominée, il sera p[illegible] dans leur sein, [illegible] produira en sa fav[illegible]

[illegible] 142 mètres de ha[illegible] s'étendrait jusqu'au [illegible] de $4/10^{es}$ de se[illegible] était procuré à l'[illegible] cotés, il devie[illegible] Des second[illegible] en aucun lie[illegible] méthode, si l'on était [illegible] on pourrait ou [illegible] des nuages, ou même seul[illegible]

Je ne sais si je me trompe, mais des observations



or, n'auraient-ils pas donné à leur système un grand degré de probabilité, si, par exemple, le foyer de ces détonations paraissait devoir être entre les nuages et la terre?

En partant des données numériques que nous rapportions tout à l'heure, cherchons aussi à déterminer les plus grandes distances auxquelles le tonnerre ait jamais été entendu.

On a pu voir, à la page 82, que de L'Isle compta une fois 72 secondes entre l'éclair et le tonnerre. Ce nombre, le plus considérable dont il soit fait mention dans les annales de la météorologie, multiplié par 337, donne pour la distance du nuage où l'éclair s'était montré : 24,264 mètres, ou environ 6 lieues de 4,000 mètres.

Après ce résultat exceptionnel (72 secondes), le plus fort qu'il m'ait été possible de recueillir est 49 secondes. Ce nombre multiplié par 337, donne : 16,513 mètres, ou un peu plus de 4 lieues de 4,000 mètres.

La plus grande distance à laquelle le tonnerre se soit jamais fait entendre paraît donc être de 6 lieues de poste. Les plus grandes distances habituelles ne s'élèvent guère qu'à 4 lieues [1].

1. On sera peut-être bien aise de trouver ici quelques limites de distances déterminées directement. Le 25 janvier 1757, la foudre tomba avec un bruit épouvantable sur le clocher de Lestwithiel (Cornouailles) et le détruisit presque en totalité. Le célèbre Smeaton en était alors éloigné d'environ 12 lieues (*therty miles*). Il vit les éclairs, mais il n'entendit absolument aucun bruit.

Muschenbroek rapporte qu'il tonne quelquefois très-fortement à La Haye, sans qu'on entende rien à Leyde, à la distance de 4 lieues (16 kilomètres), et à Rotterdam, à la distance de 5 lieues 1/4. On a aussi des exemples d'orages très-violents qui avaient éclaté sur la ville d'Amsterdam, et dont le bruit ne se propagea pas jusqu'à Leyde, à la distance de 9 lieues.

La petitesse de ces distances frappera surtout quand on aura remarqué à quel point le bruit du canon s'entend plus loin. Je trouve, par exemple :

Que le canon tiré à Florence s'entend quelquefois au vieux château de Monte-Rotondo, près de Livourne, à la distance, en ligne droite, de 20 lieues 1/2 (82 kilomètres) ;

Que lorsqu'on tire le canon à Livourne, on l'entend quelquefois à Porto-Ferrajo, à la distance de 20 lieues (80 kilomètres) ;

Qu'à l'époque où les Français faisaient le siége de Gênes, le bruit de leur artillerie était entendu de Livourne, à la distance de 36 lieues 3/4 (147 kilomètres).

La petitesse de la distance qui suffit pour éteindre complétement le bruit des plus violents tonnerres a excité l'étonnement dans tous les pays. Ainsi, je trouve dans les *Mémoires des missionnaires de la Chine*, tome IV, que l'empereur Kang-hi, qui s'était occupé en physicien des phénomènes de la foudre, portait à 10 lieues le plus grand

J'ai reçu de M. de Saint-Cricq l'assurance qu'on entendit le canon de Waterloo, de la ville de Creil, à la distance de 50 lieues (200 kilomètres). Suivant M. Élie de Beaumont, la canonnade du 30 mars 1814 fut entendue très-distinctement dans la commune de Casson, située entre Lizieux et Caen, à environ 176 kilomètres ou 44 lieues de Paris en ligne droite.

A l'aide des résultats que nous venons d'obtenir touchant les plus grandes distances que le bruit du tonnerre franchisse, nous pourrons trancher une question importante : nous déciderons s'il faut se résoudre à ne voir dans les tonnerres des jours sereins que des retentissements de tonnerres ordinaires, élaborés au sein de nuages qui se trouvent au-dessous de l'horizon, ou s'il est permis de les considérer comme des tonnerres qui sont nés et qui

d'action. Derham prétend que les sons s'entendent de plus loin et plus distinctivement en hiver, et surtout pendant la gelée qu'en été. Cette opinion a été confirmée par le capitaine Parry. Je lis dans son premier voyage (p. 143) : « La distance à laquelle on entendait les sons en plein air tant que régna le froid intense, était extrêmement grande et excitait constamment notre surprise malgré les fréquentes occasions que nous avions de faire cette remarque. Par exemple, nous avons entendu souvent à la distance de 1 mille (1600 mètres), des hommes qui causaient entre eux avec leur voix ordinaire. Le 11 février 1820, j'entendis à une plus grande distance encore un homme qui se sifflait à lui-même (*a man singing to himself*) en marchant le long de la grève. »

Derham croit avoir remarqué que la neige nouvellement tombée est une cause d'affaiblissement du son plus efficace que la neige ancienne à la surface de laquelle il s'est formé une croûte unie. Il dit aussi que les brouillards amortissent considérablement les ondes sonores. Des brouillards uniformément répandus, produisent probablement l'effet annoncé par le physicien anglais. Dans d'autres conditions ils font tout le contraire. Ainsi, en novembre 1812, l'atmosphère étant couverte à une petite hauteur d'une couche épaisse

ont établi au milieu de l'atmosphère la plus pur[illegible] en quelques mots, par quels liens ces deux genres [illegible] [illegible] se forment.

Un homme de petite taille, dont l'œil est élevé [illegible] 1 mètre 6 décimètres, peut voir, si l'horizon est [illegible]gagé, un objet placé à terre, jusqu'à la distance [illegible] lieue de 4,000 mètres.

Si l'objet est élevé de 25 mètres, il sera aperç[illegible] 5 lieues 1/2.

Si la hauteur est de 300 mètres, on le découvrira [illegible] distance de 21 lieues.

Supposons, enfin, l'objet à 1,000 mètres d'élévation, [illegible] nous le verrons encore à plus de 29 lieues.

Revenons maintenant à l'observation que nous [illegible] déjà rapportée (p. 99). Volney, dont l'esprit d'exa[illegible] tude est si bien connu, se trouvant à Pontchartrain, [illegible]

et continue de vapeur, M. Howard entendit distinctement le bru[illegible] que faisaient les voitures en roulant sur le pavé de Londres, qu[illegible] qu'il se trouvât alors à une distance moyenne de cette ville q[illegible] n'était pas au-dessous de 2 lieues (5 milles).

Les observations de M. de Humboldt faites sur les rives de l'Or[illegible] noque, ont parfaitement établi que les sons se propagent plus [illegible]

[redacted]

tend très-distinctement quatre à cinq coups de tonnerre. Il regarde autour de lui, il n'aperçoit aucun nuage ni dans le firmament ni près de terre. Si les cinq coups ne sont pas partis de la portion d'atmosphère diaphane qui recouvre l'horizon visible ; si leur foyer ou leur cause doit être cherchée dans des nuages situés au delà des limites de cet horizon, il faudra que ces nuages ne soient pas à plus de 6 lieues de distance, car sans cela la détonation n'aurait pas été entendue ; or, des nuages, pour être invisibles à la distance de 6 lieues, ne doivent pas se trouver à plus d'une trentaine de mètres d'élévation. Nous voilà donc amenés à cette alternative : ou les tonnerres entendus par Volney venaient d'une atmosphère parfaitement sereine, ou ils avaient pris naissance dans les nuages situés, au plus, à la très-petite hauteur de 30 mètres. Entre ces deux hypothèques, le choix me semble devoir être d'autant moins douteux, que les nuages qui, une heure après les détonations entendues par Volney, envahirent l'atmosphère de Pontchartrain, étaient des nuages à grêle très-élevés. Quoi qu'il en soit de cette argumentation, quant à l'observation particulière qui l'a fait naître, il n'en demeure pas moins établi qu'après avoir entendu des coups de tonnerre par un ciel serein, on devra soigneusement chercher, en regardant tout autour de soi, si quelque nuage ne commencerait pas à poindre aux limites de l'horizon visible [1].

1. En y regardant de bien près, je n'ai trouvé que les circonstances de l'observation de Volney, desquelles il découlât d'une manière certaine que le tonnerre peut s'engendrer dans un ciel serein.

Pline rapporte qu'à l'époque de la conspiration de Catilina, un décurion du municipe de Pompeia (M. Herennius) fut frappé de la

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] par [illegible] soulève [illegible] même [illegible] vers midi [illegible] sur [illegible] galère à [illegible] cardinal [illegible] qu'elle [illegible] autres galères : mais cette [illegible] ne résisteront-ils pas [illegible] aujourd'hui répond[illegible]

[illegible] les *Mémoires de Forbin*, à la date de 1685 [illegible]

Le choc de nos deux mains produit un bruit éclatant; quel fracas ne doit-il donc pas résulter de la collision de deux énormes nuées? Telle est, en substance, l'idée que Sénèque s'était formée du bruit du tonnerre (*Quest. nat.*, liv. II, § 27).

Descartes n'a guère fait, ce me semble, que reproduire l'explication de l'auteur des *Questions naturelles*, et essayer de la fortifier par une comparaison : « Pour les orages, dit-il, qui sont accompagnés de tonnerre, d'éclairs, de tourbillons et de foudre, desquels j'ai pu voir quelques exemples sur terre, je ne doute point qu'ils ne soient causés de ce qu'y ayant plusieurs nues l'une sur l'autre, il arrive quelquefois que les hautes descendent fort à coup sur les plus basses, en même façon que je me souviens d'avoir vu autrefois dans les Alpes, environ le mois de mai, que les neiges étant échauffées et appesanties par le soleil, la moindre émotion de l'air était suffisante pour en faire tomber subitement de gros tas, qu'on nommait, ce me semble des avalanches, et qui, retentissant dans les vallées, imitaient assez bien le bruit du tonnerre. »

Un seul mot, et cette explication s'écroulera d'elle-même : il tonne souvent, sans qu'il y ait dans l'atmosphère deux couches de nuages.

Sénèque et Descartes se servaient du prétendu rapprochement subit de deux couches de nuages superposées, pour condenser une certaine masse d'air dont la dilatation également brusque engendrait ensuite le bruit du tonnerre. Leurs successeurs ont fait intervenir l'atmosphère dans l'explication du phénomène, d'une manière

en quelque sorte inverse. Ils croient que, dans son trajet, la foudre produit le vide partout où elle passe. Le bruit serait la conséquence de la rentrée de l'air, ainsi que cela arrive dans l'appareil connu dans tous les cabinets de physique sous le nom de *crève-vessie*.

La rentrée subite de l'air dans le vide doit incontestablement occasionner du bruit. Si la foudre produit du vide en traversant l'atmosphère, le tonnerre en sera la conséquence ; mais par quelle cause physique la foudre engendre-t-elle un vide ? Voilà ce que personne n'a découvert. L'explication du tonnerre est donc encore à trouver ; jusqu'ici on s'est contenté de remplacer une difficulté par une difficulté plus grande.

Quelle que soit, au surplus, la cause physique des détonations de la foudre, il n'en reste pas moins à rechercher dès à présent l'origine des longs roulements que tout le monde a remarqués, l'origine des changements d'intensité subits et si souvent répétés, qui sont connus des météorologistes sous le nom d'*éclats*.

Pendant longtemps, on s'est accordé à voir dans les

jouent un rôle dans ces phénomènes. La question est de décider si toujours des échos sont la cause des roulements observés.

J'ai cité des cas (p. 79) où le roulement du tonnerre a duré 36, 41, et même 45 secondes. Est-il prouvé que des échos pourraient donner lieu à d'aussi longs roulements? En fait d'échos proprement dits, ce qui, en ce moment, me revient à la mémoire de plus extraordinaire, est une observation de mon ami le révérend Will. Scoresby. Près des lacs de Killarney, dans une station que les guides lui avaient indiquée, M. Scoresby entendait le bruit de la décharge d'un pistolet pendant une demi-minute. Nous aurions besoin de trois quarts de minute au moins; mais il est permis de supposer que si le bruit retentissant du canon avait remplacé celui d'un pistolet, les 30 secondes seraient devenues 45 secondes et même davantage. L'intensité me semble d'autant mieux devoir être prise ici en considération que, dans une localité des environs de Paris qui n'a jamais été citée, je crois, comme bien remarquable sous le rapport des échos, qu'au pied de la tour de Montlhéry, pendant des expériences sur la vitesse du son faites dans le mois de juin 1822, MM. de Humboldt, Bouvard, Gay-Lussac et Émile de Laplace entendaient pendant 20 à 25 secondes le roulement du canon qu'on tirait à côté d'eux. Il y a donc peu d'espoir d'arriver ainsi à quelque chose de décisif, touchant le rôle exact que jouent les échos dans le roulement du tonnerre.

Les marins assurent qu'en pleine mer la foudre est accompagnée de longs roulements comme à terre, quoi-

qu'il y ait là, pour refléter le son, ni plans de mur, rochers, ni bois, ni collines, ni montagnes. Ceux [illegible] cette énumération, oublient les nuages. [illegible] ils admettent que les nuages ne jouissent pas d[illegible] faculté de réfléchir les sons. Muschenbroek dit cepen[illegible] que, dans le même orage, où la décharge du can[illegible] [illegible] entendre qu'un seul coup quand le ciel est serei[illegible] [illegible] se répète plusieurs fois si le temps est cou[illegible] L'observation du physicien hollandais semble-t-elle [illegible] circonstances pour être admise? J'extrairai alo[illegible] la note que je publiai en 18[illegible] sur les expériences [illegible] la vitesse du son dont il a déjà été question [illegible] remarques :

« A Villejuif, il nous est arrivé quatre fois d'ente[illegible] [illegible] deux secondes d'intervalle, deux coups distinct[illegible] canon de Montlhéry. Dans deux autres circonstanc[illegible] bruit de ce canon a été accompagné d'un roulement [illegible]. Ces phénomènes n'ont jamais eu lieu qu'au moment de l'apparition de quelques nuages. Par un



très-fort, est sec; il ne dure pas. Comment expliquerait-on ces grandes dissemblances en faisant du roulement du tonnerre un simple phénomène d'échos?

Un des auteurs les plus féconds et les plus ingénieux dont l'Angleterre puisse se glorifier, le docteur Robert Hooke, a été le premier, je crois, à faire intervenir, dans l'explication du roulement du tonnerre, une circonstance importante négligée à tort par la plupart des physiciens modernes. Je veux parler de la distinction essentielle qu'il établit à la page 424 des *Posthumous works* imprimés en 1705, entre les éclairs simples et les éclairs composés ou multiples. Chacun des premiers, dit l'auteur, n'occupe qu'un point dans l'espace et donne naissance à un bruit court, instantané. Le bruit des autres, au contraire, est un roulement prolongé, parce que les différentes parties des longues lignes que ces éclairs occupent, se trouvant en général à des distances diverses, les sons qui s'y engendrent, soit successivement, soit au même instant physique, doivent employer des temps graduellement inégaux pour venir frapper l'oreille de l'observateur.

Cette vue ingénieuse du docteur Robert Hooke fut reproduite, il y a une cinquantaine d'années, dans *l'Encyclopédie britannique*, par M. Robison. Une pareille adoption devant la recommander aux météorologistes, je placerai ici la traduction de quelques lignes que le célèbre professeur d'Édimburg a consacrées à cet objet.

« J'aperçus parallèlement à l'horizon un éclair qui pouvait avoir 3 milles (4,800 mètres) de long. Il me parut coexistant : personne n'aurait pu dire par quelle extrémité il commença. Le tonnerre se composa, au début,

[illegible] l'oreille [illegible]
[illegible] après les
[illegible] Telles [illegible]
[illegible] personne placée [illegible]
[illegible]
[illegible] personne [illegible]
[illegible] était
[illegible] différentes parties

[illegible] soldats [illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible] cependant
[illegible] Supposons [illegible]
[illegible] et qui
[illegible] son
[illegible] placé à [illegible]
[illegible] mètre, par ex
[illegible]

2 secondes ; à 3,370 soldats, un bruit de 10 secondes, et ainsi de suite, toujours proportionnellement.

La file de soldats restant toujours rectiligne, menons-lui une perpendiculaire par son milieu, et plaçons l'observateur en un point quelconque de cette perpendiculaire. Alors, le bruit qui parviendra le premier à son oreille, sera celui du fusil du soldat du milieu de la file, de celui auquel aboutit le pied même de la perpendiculaire. Ensuite, il lui arrivera successivement, mais par couples, les bruits des fusils de chacun des deux soldats symétriquement placés par rapport au milieu. Le roulement se terminera donc par un bruit provenant de la décharge des fusils situés aux deux extrémités.

Remplaçons une file rectiligne par une file circulaire et plaçons l'observateur au centre. Dans cette position, la distance de cet observateur à tous les soldats étant la même, il n'entendra plus de roulement, mais au lieu de cela une seule détonation formée de la réunion des bruits de tous les fusils.

Ai-je besoin d'en dire davantage pour que chacun comprenne maintenant l'étroite liaison qu'il y a entre les éclats de tonnerre et les zigzags des éclairs? Quand un éclair qui fuyait, si cette expression m'est permise, dans une direction aboutissant à l'œil de l'observateur, se replie sur lui-même pour se présenter pendant quelques instants de face, il est de toute évidence qu'il doit en résulter une augmentation de bruit. Il n'est pas moins clair que cette augmentation sera suivie à son tour d'un affaiblissement brusque, si par une seconde inflexion l'éclair se trouve amené de nouveau à se mouvoir à peu près dans la direc-

tion de la ligne visuelle, et ainsi de suite. Toutefois, des observations, destinées à mettre cette liaison intime des zigzags des éclairs et des éclats du tonnerre au nombre des vérités démontrées, auraient de l'intérêt et me semblent pouvoir être recommandées à l'attention des physiciens.

§ 1. — Longueur des éclairs.

Quiconque a un peu réfléchi sur la marche de l'esprit humain, n'attache guère d'importance aux théories qu'en raison des expériences ou des connexions qu'elles suggèrent et dont, sans ce guide, on ne se serait pas avisé. Ce genre de mérite ne manquera pas à la théorie que nous venons de présenter du roulement du tonnerre. Elle va nous donner en effet, sinon les vraies longueurs des éclairs, du moins des évaluations évidemment plus petites, ce qui est déjà quelque chose.

Concevons un éclair situé tout entier d'un certain côté du zénith. Menons deux rayons visuels à ses deux extrémités. Ces deux rayons et l'éclair supposé rectiligne for-

[redacted]

la même diminution. Des deux longueurs mises en comparaison dans l'inégalité précédente, retranchons le plus court rayon visuel mené de l'observateur à l'éclair; il restera, d'une part, la différence du plus long au plus court rayon visuel; de l'autre, le court rayon visuel, plus la longueur de l'éclair, moins le court rayon visuel, c'est-à-dire en définitive la longueur de l'éclair. Il demeure ainsi établi que la différence des deux rayons visuels en question est plus petite que la longueur de l'éclair[1]. Quand cette différence sera évaluée en mètres, on aura donc une limite en moins pour la longueur cherchée. Voyons maintenant si l'évaluation en mètres de la différence des deux rayons visuels est possible.

Pourquoi l'éclair est-il suivi d'un roulement? Parce que ses diverses parties sont, en général, à des distances inégales de l'observateur. Quelle est la durée du roulement? Cette durée, nous l'avons déjà expliqué aussi, est le temps dont le son a besoin, pour parcourir un intervalle égal à la différence de longueur des deux lignes menées aux deux extrémités de l'éclair. En multipliant par 337 le nombre de secondes que le roulement du tonnerre a duré, on aura donc, en mètres, la différence des deux rayons visuels menés aux deux extrémités de l'éclair, tout comme s'il avait été possible de mesurer cette diffé-

1. Un calcul, pour simple qu'il soit, est toujours difficile à développer en paroles. Le résultat auquel nous voulions arriver n'était au reste que ce principe de géométrie : dans tout triangle rectiligne, un côté est plus grand que la différence des deux autres, principe qui lui-même découle directement de cet autre, connu de tout le monde : un côté est plus petit que la somme des deux autres.

[illegible] résultat de la multiplication [illegible] de nos observations. Citons que [illegible].

[illegible] par [illegible] de L'Isle obs[illegible] de tonnerre dont les roulemen[ts] [illegible] secondes. En multipliant ce[s] [illegible] respectivement [illegible] mètres, c'est-à-dire que les écla[irs] [illegible] des longueurs de 3.3 [illegible] lieues. On se serait atten[du] [illegible].

[illegible] commença [illegible] du zénith. Tout[e] [illegible] conséquences aux [illegible]. Seulement, les limites ca[illegible] d'un angle, nous l'avons trouvé q[illegible] au-dessous [illegible] de l'éclair.

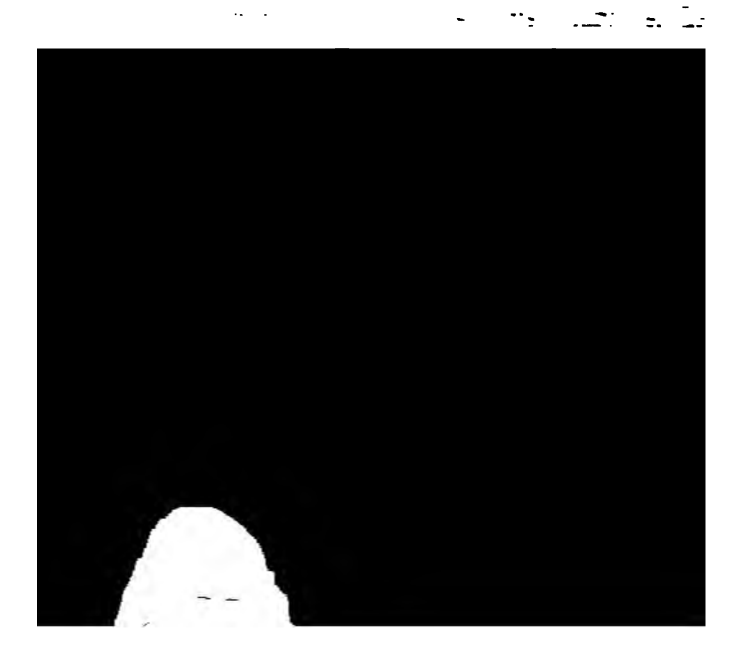
[illegible] M. d'Abbadie trouva, trig[onométriquement] [illegible] la longueur sur



§ 4. — Odeurs développées par les coups de foudre.

Quelques physiciens n'ont pas cru qu'il fût nécessaire de recourir à des causes particulières pour expliquer l'odeur pénétrante dont chaque explosion de la foudre est accompagnée. La matière fulminante, dans son passage plus ou moins abondant à travers les papilles nerveuses de nos organes, ne peut-elle pas, disent-ils, y exciter elle-même un mouvement analogue à celui qui résulte de l'action de telle ou telle odeur?

Ceci serait jusqu'à un certain point admissible, s'il ne s'agissait que d'une odeur instantanée. Mais la foudre développe partout où elle éclate, même en plein air, des odeurs qui durent longtemps (voyez p. 91). Quand elle pénètre dans un lieu fermé, son passage est suivi de la formation de vapeurs sulfureuses à travers lesquelles on ne peut quelquefois rien voir (voyez p. 92). Il y a donc évidemment des matières disséminées dans l'air. Ces matières, doit-on supposer que la foudre les entraînait dans sa marche, comme celles dont se composent les dépôts pulvérulents étudiés par M. Fusinieri et qui nous ont servi à donner un commencement d'explication des éclairs en boule (voyez p. 219); ou bien proviennent-elles de la vaporisation subite des substances contenues dans les bois verts ou secs, vernis ou non vernis, dans les murs, dans les pierres, les terres, etc., où la foudre a circulé, c'est ce qui ne pourrait être maintenant décidé. Quelle que soit celle de ces deux explications qui prévale, il ne faudra pas trop se préoccuper d'une prétendue constance dans la nature de l'odeur développée. Au besoin, je trouverais,



vitesse. Quelque faible que fût donc la masse de la matière fulminante, si on la douait d'une suffisante vitesse (en ce sens, la marge est aujourd'hui indéfinie), on arriverait aisément, quant à l'intensité, à expliquer tous les faits que nous avons réunis dans le chapitre XXIII (p. 124). Mais les coups foudroyants n'ont pas seulement excité notre intérêt à raison de leur puissance : nous avons remarqué de plus que les débris des corps brisés par la foudre sont quelquefois, disons mieux, sont ordinairement lancés dans toutes sortes de directions. Cette circonstance se rattacherait difficilement à une explication des effets mécaniques de la foudre, qui reposerait sur la seule théorie du choc des corps; elle découlerait, au contraire, très-simplement de l'hypothèse que la foudre développe, par sa présence au sein des matières qu'elle traverse, un fluide éminemment élastique, dont le ressort doit inévitablement s'exercer dans tous les sens. Se hasarderait-on beaucoup en supposant que le fluide élastique en question n'est autre que de la vapeur d'eau? La matière de la foudre fond, ou du moins fait passer subitement à l'état d'incandescence, des fils métalliques d'une faible grosseur; ne doit-on pas en conclure qu'elle rendra aussi subitement incandescents les minces filets qu'elle trouvera sur son passage? En consultant la table que nous avons donnée, M. Dulong et moi, de l'élasticité de la vapeur, correspondant à divers degrés du thermomètre, on trouvera qu'elle est déjà de 45 atmosphères quand l'eau atteint le 260e degré centigrade. Quelle force cette vapeur ne doit-elle pas avoir à la température beaucoup plus considérable du fer rouge? Une telle force serait

[illegible] pour expliquer, sous le rapport [illegible] connaissons de l'action [illegible] Ceux qui préfèrent un fait à [illegible] qu'à consulter les fond[illegible] résultent de la présence d[illegible] mouille, au moment où le [illegible] ils arriveront ainsi dir[illegible] Plaçons de l'humidité [illegible] d'une pierre de taille, [illegible] pierre, le développe[illegible] ses fragments seront p[illegible] directions (voyez p. 1[illegible]) [illegible] la brusque tr[illegible] élastique de l'eau [illegible] laquelle les fondations d[illegible] soulever la maison, [illegible] quelque distance (v[illegible] p. 1[illegible]) [illegible] pour la première fois les [illegible] produits dans une [illegible] de suite, il s'écria sur-le-champ : « Voilà un effet d[illegible]



« Il s'en trouve quelques-uns de la hauteur de 1 mètre, divisés presque de haut en bas en forme de lattes assez minces; d'autres de la même hauteur sont divisés en forme de longues allumettes; on en trouve enfin quelques-uns divisés en filets si déliés, suivant l'ordre des fibres, qu'ils ne ressemblent pas mal à un balai usé. »

Passons du bois mort au bois vert, et nous verrons des effets analogues.

Le 27 juin 1756, la foudre tomba à l'abbaye du Val, près de l'Ile-Adam, sur un gros chêne isolé, de 16 mètres de haut et de $1^{m}.3$ de diamètre à sa base.

Le tronc était entièrement dépouillé de son écorce.

On trouva cette écorce dispersée par petits fragments tout autour de l'arbre, à la distance de trente à quarante pas.

Le tronc, jusqu'à deux mètres de terre, était fendu longitudinalement en morceaux presque aussi minces que des lattes.

Les branches tenaient au tronc, mais elles aussi ne conservaient aucune parcelle d'écorce et avaient subi un déchiquetage longitudinal très-remarquable.

Le tronc, les branches, les feuilles et l'écorce n'offraient aucune trace de combustion; seulement ils paraissaient avoir été complétement desséchés.

Dans la même année 1756, le 20 juillet, la foudre tomba sur un gros chêne de la forêt de Rambouillet.

Cette fois, les branches furent totalement séparées du tronc et dispersées tout autour avec une certaine régularité. Elles n'offraient pas de déchiqueture; leur écorce paraissait presque entière.

Le tronc lui-même n'avait pas été pelé, mais, comme le chêne de l'Ile-Adam, il était devenu une réunion de lattes; seulement elles se prolongeaient sous cette forme jusqu'à terre, au lieu de s'arrêter à quelque hauteur.

Je ne puis résister au désir de citer un troisième cas dont le professeur Muncke a donné la relation dans les Annales allemandes de Poggendorf.

Le diamètre du chêne observé par le physicien allemand était d'un mètre à fleur de terre. Le tronc tout entier de ce grand arbre disparut. Pour parler plus exactement, la foudre l'avait partagé en filaments de plusieurs mètres de long et de 3 à 4 millimètres d'épaisseur, semblables à ceux que l'action d'une gouge en aurait détachés. Trois branches de 5 à 6 décimètres de diamètre étaient tombées verticalement, coupées net comme par un seul coup de hache. Elles conservaient leurs feuilles et leur écorce. On ne voyait nulle part des traces d'inflammation ou de carbonisation.

L'absence totale de carbonisation, la division d'un



de l'Ile-Adam, de la forêt de Compiégne, etc., etc.[1].

La minutieuse discussion à laquelle nous nous sommes livré au sujet des transports de matières pondérables opérés par la foudre, montre que ces curieux phénomènes peuvent être expliqués sans recourir à de prétendus nouveaux principes de physique. Il en résulte aussi qu'on ne saurait déduire de la direction d'un transport effectué par la foudre, le sens du mouvement du météore lui-même, et que les recherches de ceux qui, en s'appuyant sur une semblable base, se sont occupés des foudres ascendantes, n'avaient rien de bien solide. La question est assez importante pour légitimer quelques développements.

Certains physiciens, ainsi que nous l'avons déjà expliqué, font consister la foudre en une matière subtile qui s'élance avec la plus grande vitesse du corps foudroyant vers le corps foudroyé; d'autres ne veulent y voir qu'une vibration. Quelle que soit celle de ces deux hypothèses qu'on adopte, le sens de la propagation de la foudre, en d'autres termes, le sens de la propagation de la matière

1. La foudre frappe souvent les arbres de mort, alors même que le dégât extérieur apparent semble extrêmement léger. M. Tull, l'auteur de *The philosophy of agriculture*, pense que cet effet est la conséquence de la rupture des petits vaisseaux à travers lesquels la foudre a cheminé. Suivant nous la foudre agit ici mécaniquement comme la gelée, lorsqu'elle déchire les tubes capillaires dont se composent les tiges succulentes de certaines plantes. Seulement, comme les sucs aqueux se dilatent beaucoup plus en passant de l'état liquide à l'état de vapeur qu'en se congelant, le météore doit produire des déchirures plus nombreuses et dès lors plus fatales. En se plaçant au même point de vue, les physiologistes arriveront peut-être à reconnaître enfin le mode particulier d'action par lequel la foudre donne le plus ordinairement la mort.

subtile ou de la vibration, a semblé jusqu'ici devoir coïncider avec celui des effets mécaniques engendrés par la matière ou par l'impulsion du fluide. La foudre qui lancera un corps de haut en bas devra, disait-on naturellement, s'appeler foudre descendante; le nom de foudre ascendante, au contraire, appartiendra à celle qui projettera de bas en haut les matières placées sur son chemin. Viendront ensuite, s'il y a lieu, les foudres obliques et latérales diversement orientées. Les faits à l'appui de ces distinctions ne manquent pas; citons-en quelques-uns.

Le 24 février 1774, la foudre frappa le clocher du village de Rouvroi, au nord-ouest d'Arras. Un de ses effets fut le soulèvement du pavé, composé de grandes pierres bleues, qui existait sous un porche correspondant verticalement à la flèche du clocher.

Dans l'été de 1787, la foudre tomba sur deux personnes qui s'étaient réfugiées sous un arbre, près du village de Tacon, dans le Beaujolais. Leurs cheveux [redacted]

ne pas admettre, avec les physiciens qui les ont discutés, qu'elle fut ascendante à Rouvroi, à Tacon, à la Salpêtrière; qu'au lieu de descendre des nuages à terre, elle s'élança de la terre vers les nuages. Admettez, au contraire, la possibilité d'effets indirects: prenez la vapeur d'eau comme intermédiaire, et le soulèvement du dallage de Rouvroi, et la projection de bas en haut du cercle en fer de Tacon, et des lambeaux du chapeau de la Salpêtrière, ne pourront plus servir à indiquer le sens du mouvement de la foudre.

Les coups de foudre n'opèrent quelquefois la décortication des arbres que partiellement. Alors il n'est pas rare de trouver de longues lanières d'écorce et d'aubier, complétement détachées par le bas et adhérentes encore au tronc vers le sommet. Les anciennes collections de l'Académie des sciences me fourniraient au besoin plusieurs exemples d'effets de cette nature. J'en trouverais aussi en parcourant le *Journal de Physique*, notamment un Mémoire de M. Mourgues sur des orages observés à Marsillargues, près de Montpellier, en juin 1778; un Mémoire de M. Marchais relatif à des foudres qui frappèrent, à Paris, plusieurs arbres des Champs-Élysées, etc., etc.; mais toutes ces écorces, arrachées de bas en haut, n'auront plus la signification qu'on se plaisait à leur attribuer, dès que la vapeur d'eau sera considérée comme l'agent possible de la décortication.

J'en dirai tout autant d'un autre phénomène signalé avec le même soin par les observateurs. Les feuilles des arbres frappés de la foudre : celles des arbres de la campagne de M. Mourgues, à Marsillargues; les feuilles des

arbres des Champs-Élysées, examinées par M. Marchais, etc., étaient jaunes, crispées, grillées, convexes par-dessous; le vert des faces opposées, des faces supérieures, n'avait subi aucune altération : seulement, de planes ou de légèrement convexes, ces faces étaient devenues concaves, précisément comme le deviennent des feuilles de parchemin, par ceux de leurs côtés qui ne regardent pas le feu. Voilà, s'écriait-on, autant de preuves que le courant enflammé de la foudre s'est mû de bas en haut. Le mouvement de bas en haut semble, en effet, assez bien établi; mais qui oserait, au point où nous en sommes parvenus, affirmer que le courant ascendant n'était pas formé de vapeur d'eau à une haute température et résultant de la vaporisation opérée par l'action d'une foudre descendante sur l'humidité du sol?

On pourrait enfin recourir au même agent (la vapeur d'eau), s'il fallait expliquer comment il arrive qu'au pied des arbres foudroyés le gazon est souvent retourné, et quelquefois déployé des deux côtés de la lacération du

r à ce sujet dans aucune discussion; mais les faits doi-
nt l'emporter sur les plus imposantes autorités. Lorsque
fei, il y a maintenant un siècle, imagina, en s'étayant
phénomène local qu'il avait observé au château de
linovo, de formuler ses idées sur la foudre ascen-
nte, il eut la précaution, plus prudent en cela que ne
vait été Galilée, de montrer qu'elles pouvaient se con-
er avec les passages de l'Écriture sainte où il est ques-
n de feux tombés du ciel sur Sodome et sur Gomorrhe
nèse); de foudres qui étaient descendues des nuages
int Luc), etc. Les théories scientifiques les plus
èbres, quoiqu'elles soient pour certaines personnes
bjet d'une sorte de culte religieux, n'exigent pas tant
réserve. Chacun peut aujourd'hui les examiner, les
battre, les critiquer, et ne s'arrêter que là où le terrain
l'observation et de l'expérience commence à se déro-
r sous ses pas.

Je rapporterai ici, en terminant ce chapitre, une
servation recueillie par M. de La Pilaie, et dont l'ex-
cation se rattacherait difficilement à l'action de la
peur d'eau.

La foudre ayant frappé un chêne à Commeraye, près
Lamballe, à la fin de mai 1843, M. de La Pilaie
marqua que le tronc eut son écorce entamée depuis la
se jusqu'à la bifurcation des branches supérieures; la
udre y avait fait une entaille, qui allait en se rétrécis-
nt de bas en haut, et le long de laquelle les bords de
écorce se trouvaient effilés comme de la charpie. Mais,
ndis que ces fibrilles ligneuses et les autres lambeaux
ussent dû se trouver morcelés de haut en bas, tous

l'étaient au contraire de bas en haut, comme si la foudre fût remontée de la base au sommet : elle avait en outre fait un sillon, ou une rainure peu profonde, sur le bois adulte, qui disparaissait dans la partie supérieure, où l'entaille, fort rétrécie, n'attaquait plus que la superficie de l'écorce.

CHAPITRE XXXVIII.

DES DANGERS QUE FAIT COURIR LA FOUDRE.

CES DANGERS SONT-ILS ASSEZ GRANDS POUR MÉRITER QU'ON S'EN OCCUPE? — ÉDIFICES ET NAVIRES FOUDROYÉS.

§ 1er. — Les dangers que fait courir la foudre sont-ils assez grands pour mériter qu'on s'en occupe?

Le danger d'être frappé de la foudre est-il assez grand pour qu'on doive raisonnablement attacher de l'importance aux moyens d'y échapper? La question a plusieurs faces : elle peut être envisagée, relativement aux simples individus, relativement aux habitations, relativement aux navires.

Dans l'intérieur des grandes villes d'Europe, les hommes paraissent être très-peu exposés. Lichtenberg dit s'être assuré qu'en un demi-siècle cinq hommes seulement furent gravement frappés de la foudre, dans l'enceinte de la ville de Gœttingue. Sur les cinq, trois moururent.

On rapporte qu'à Halle, un seul homme a été foudroyé à mort dans l'intervalle de 1609 à 1825, c'est-à-dire en plus de deux siècles.

A Paris, où l'on tient les tables de l'état civil avec tant de régularité, M. le chef de bureau de la statistique de la préfecture m'assure que, depuis un très-grand

nbre d'années, pas une seule mort n'a été notifiée ne provenant de la foudre. Cependant, durant le ne intervalle, il y a eu dans le département de la ne des personnes foudroyées, ne fût-ce que l'ouvrier t je parlais tout à l'heure, à l'occasion des coups ndants (p. 256); ne fût-ce qu'un cultivateur tué au ieu des champs, dans la commune de Champigny, le juin 1807; ne fût-ce qu'un faucheur tué à Romain-, le 3 août 1811, pendant qu'il fuyait l'orage, une che en fer à la main. Il faut donc que les morts, sées par le tonnerre, soient déclarées et enregistrées nme des morts provenant d'accidents. De pareilles ligences, de pareilles erreurs ont dû être commises urs. Dès lors, on aurait grand tort de prendre rigou-sement à la lettre ce que Lichtenberg rapporte du nbre de coups de foudre mortels de Gœttingue et de le. On ne courrait pas moins de risques de se trom-en généralisant ces résultats; en appliquant à toutes contrées du globe ce qui n'aurait été observé que dans seule; en voulant déduire, de ce qui arrive dans un age, ce qu'on doit redouter dans une grande ville. ttingue, Halle, Paris, etc., comptent à peine un ident par siècle; eh bien, j'ouvre au hasard quelques umes, et je trouve :

Dans la nuit du 26 au 27 juillet 1759, le tonnerre nba sur le théâtre de la ville de Feltre : il tua un grand mbre de spectateurs et blessa plus ou moins tous les tres [1].

1. Le tonnerre occasionne fort souvent des incendies; cette fois-l'inverse arriva : il éteignit toutes les lumières.

[illegible]

[illegible]

charge de notre intelligence, que les vives et subites clartés qui annoncent la foudre, que ses retentissantes détonations produisent des effets nerveux involontaires auxquels les plus fortes organisations n'échappent pas toujours. Je dois ajouter que, si les coups véritablement foudroyants sont très-rares, le nombre total de coups de toute espèce qu'on entend dans l'année est, au contraire, fort grand ; que rien ne distingue les coups inoffensifs des autres, et que le danger, quelque insignifiant qu'il soit en réalité, doit sembler s'accroître par le nombre considérable de ses renouvellements apparents. Cette considération sera certainement plus claire si, revenant à notre terme de comparaison, je suppose qu'au moment où l'ouvrier, où la cheminée, où le vase vont tomber d'un toit ou d'une fenêtre, une très-forte détonation annonce l'événement dans toute l'étendue de la capitale ; chacun pourra croire alors, plusieurs fois par jour, qu'il se trouve précisément dans la rue où l'accident doit arriver, et sa crainte, sans être pour cela plus fondée, deviendra concevable.

Je viens de parler des accidents qui arrivent dans l'enceinte des grandes villes. S'il faut s'en rapporter à une croyance assez générale, on est beaucoup plus exposé dans les villages et en rase campagne. Des considérations théoriques, dont le cadre que je me suis tracé m'interdit l'usage pour le moment, tendraient à confirmer cette opinion. Les faits, je ne saurais les invoquer : ils n'ont pas été assez complétement recueillis. Ajoutons qu'on n'a point tenu un compte exact des différences qu'il y a, sous le rapport de la fréquence et de l'intensité de la foudre,

entre tel et tel pays, et même entre tel et tel espace circonscrit.

Personne, dans la république de la Nouvelle-Grenade, n'habite volontiers El Sitio de Tumba Barreto, près de la mine d'or de la Vega de Supia, à cause de la fréquence des coups foudroyants. Le peuple a conservé le souvenir des nombreux mineurs que le tonnerre y a tués. Pendant que M. Boussingault traversait El Sition en temps d'orage, un coup de foudre jeta à terre le nègre qui lui servait de guide. La Loma de Pitago, dans les environs de Popayan, a la même célébrité. Un jeune botaniste suédois, M. Plancheman, s'obstina, malgré l'avis des habitants, à traverser la Loma pendant que le ciel était couvert de nuages orageux, et y fut tué. Enfin, en ne considérant que de grands pays, ici des années entières se passent, quelquefois, sans que vous entendiez parler d'événements funestes occasionnés par le météore, et là, au contraire, dans certaines saisons, il en arrive presque chaque jour. Par exemple, je trouve que dans l'été de 1797, depuis le mois de juin jusqu'au 28 août, Volney comptait dans les gazettes des États-Unis, quatre-vingt-quatre accidents graves et dix-sept morts, tandis qu'en France, les journaux de 1805, si je suis bien informé, n'annoncèrent pas de coups de tonnerre suivis de la mort d'un seul homme; tandis qu'en 1806, ils ne parlèrent que de la mort de deux enfants, qui furent foudroyés sur les genoux de leur mère, à Aubagne (département des Bouches-du-Rhône); tandis qu'en 1807, ces mêmes journaux ne citèrent que deux jeunes agriculteurs de la commune de Saint-Geniez foudroyés pendant qu'ils ramassaient leur récolte; tandis

'en 1808, ils ne firent mention que d'un batelier tué : les bords de l'eau, à Angers. Au reste, même en ance, les années sont loin de se ressembler sous le rap-rt des coups de foudre mortels. En 1819, les victimes météore sont : le 28 juin, trois chevaux près de Vitry-Français; le 11 juillet, comme je l'ai déjà dit, neuf sonnes dans l'église de Châteauneuf; le 26 juillet, un mme tué en rase campagne à Maxey-sur-Vaize (Meur-); le 27 juillet, un cultivateur, sa femme et son fils, i s'étaient réfugiés sous le portail d'une chapelle, près Châtillon-sur-Seine; le 1er août, quarante-quatre mou-s près de Beaumont-le-Roger (Eure); le 2 août, un vrier réfugié sous un arbre, à Bordeaux; le même août, un cultivateur de Vigneux (près de Savenay), é dans sa chambre; à la même date du 2 août, deux moiselles de dix à douze ans, dans la maison de l'abbé Coyrier, dans le département du Cantal; enfin, 27 septembre, à cinq heures du matin, une servante i était dans son lit, à Confolens (Charente).

J'ai, du reste, donné dans un chapitre spécial une rte de statistique des coups de tonnerre foudroyants ue j'ai pu constater dans quelques années, et qui démon-ent que si le nombre des victimes de la foudre est ssez restreint pour qu'on puisse regarder comme faible chance de périr par le tonnerre, cependant il y a assez 'exemples de morts dues à cette cause pour qu'on ne loive pas négliger de se mettre à l'abri de pareils acci-lents par les moyens que la science a indiqués.

§ 2. — Destruction des édifices et des navires.

Si peu de personnes périssent par le tonnerre dans l'enceinte de nos villes, le nombre des maisons et des édifices frappés et gravement endommagés est, au contraire, considérable.

Pendant la seule nuit du 14 au 15 avril 1718, la foudre tomba sur vingt-quatre clochers, dans l'espace compris, le long de la côte de Bretagne, entre Landerneau et Saint-Pol-de-Léon.

Pendant la nuit du 25 au 26 avril 1760, la foudre tomba trois fois, dans le court intervalle de vingt minutes, sur l'église et sur les bâtiments de l'abbaye de Notre-Dame de Ham.

Dans la seule matinée du 17 septembre 1772, la foudre atteignit, à Padoue, quatre édifices différents.

Un mémoire de Henley, qui porte la date de décembre 1773, m'apprend que le même jour, je me trompe, à peu près au même instant, la foudre frappa à Londres : le clocher de Saint-Michel, l'Obélisque dans Saint-George's-Fields, le nouveau Bridewell, une maison de Lambeth, une maison près du Wauxhall, et un grand nombre d'autres endroits fort distincts les uns des autres, sans compter un navire hollandais à l'ancre dans la Tamise, près de la Tour.

Un savant allemand trouvait, en 1783, que, dans l'espace de 33 ans, la foudre était tombée sur 386 clochers et y avait tué 121 sonneurs[1]. Le nombre des blessés était bien plus considérable encore.

1. Ces chiffres n'étonneront personne si je dis que le 11 juin 1755, le tonnerre étant tombé sur le clocher du village d'Aubigny, y tua

En décembre 1806, pendant un seul orage, la foudre truisit, en totalité ou en partie, les clochers de Saint-rtin, de Vitré, d'Erbré, de Croisilles, d'Étrelles.

Le 11 juillet 1807, l'église de Saint-Martin de Vitré frappée de nouveau. Cinq jours auparavant, la foudre t tombée à la Guerche, et autour de cette ville, dans pace d'une lieue de rayon, sur dix églises ou autres ces.

A Paris, dans la nuit du 7 au 8 août 1807, la foudre ba sur l'enseigne d'une boutique rue de Thionville, une maison près de la Halle, sur un reverbère de la de Perpignan, dans la rue aux Fèves, à Vaugirard et assy.

Le 14 mai 1806, nous la trouvons endommageant, rue nmartin, la boutique d'un menuisier; le 26 juin 1807, ravage neuf pièces d'une maison d'Aubervilliers; le août 1808, elle tombe sur une guinguette voisine de barrière des Gobelins, y tue ou y blesse plusieurs per-nes; près de la barrière Montmartre, elle frappe un baret rempli de monde, où plusieurs individus sont ren-rsés sans connaissance; le 14 février 1809, elle met pièces un moulin à vent situé sur la route de Saint-nis; le 29 juin 1810, elle brise et lance au loin tout ce i se trouve sur son passage, dans une maison de la rue pelinière; le 3 août 1811, elle tombe sur une maison, rière de Pantin, et y blesse plusieurs personnes.

Le 11 janvier 1815, pendant un orage qui embrassait pace compris entre la mer du Nord et les provinces

même coup trois hommes qui sonnaient les cloches et quatre réfugiés sous la tour de ce même clocher.

rhénanes, la foudre tomba sur douze clochers dispersés dans cette grande étendue de pays, en incendia plusieurs et endommagea considérablement les autres.

Je puis, j'imagine, quitter ces recensements sans dire que je les crois fort incomplets : tout le monde, en effet, aura compris qu'ils ne peuvent servir qu'à titre de limite en moins.

Le besoin de garantir les édifices de la foudre doit se mesurer sur le nombre de ceux qui sont frappés annuellement, et aussi sur l'étendue et la gravité des dégâts que le météore traîne à sa suite. Trois ou quatre citations feront apprécier l'importance de cette dernière considération.

En 1417, la foudre mit le feu à la pyramide en charpente qui terminait le clocher de Saint-Marc, à Venise : l'incendie consuma tout. La pyramide fut reconstruite, mais le tonnerre la réduisit de nouveau en cendres le 12 août 1489.

Le 20 mai 1711, un seul coup de foudre fit non-seulement de très-grands dégâts à l'intérieur et à l'extérieur de [redacted]

terne, qu'il fut question un moment de la démolir. La paration des dommages coûta plus de 300,000 francs.

Les trois coups de foudre qui, dans la nuit du 25 au avril 1760, atteignirent l'église de Notre-Dame de m, amenèrent l'incendie et la ruine complète de ce and et bel édifice.

En parlant de dégâts, je ne dois pas oublier ceux que foudre occasionne quelquefois quand elle frappe un agasin à poudre.

Le 18 août 1769 au matin, la foudre tomba sur la tour Saint-Nazaire, à Brescia. Cette tour reposait sur un agasin souterrain qui contenait 1,030,000 kilogr. de udre appartenant à la république de Venise. Cette mense masse de poudre prit feu en même temps. La xième partie des édifices de la grande et belle ville de rescia fut renversée; le reste était fort ébranlé et menait ruine. Trois mille personnes périrent. La tour de aint-Nazaire, lancée tout entière dans les airs, retomba omme une pluie de pierres. On en trouva des débris à 'énormes distances. Le dégât matériel s'éleva à 16 millons de francs.

Le 18 août, la foudre mit le feu aux poudres qui se rouvaient alors dans le magasin de Malaga. L'édifice fut enversé. La ville tout entière aurait certainement eu le nême sort, si quelque temps auparavant elle n'avait obenu que la plus grande partie des poudres fût transportée lans des magasins éloignés.

Le 4 mai 1785, un coup de foudre mit le feu au magasin à poudre de Tanger. Le magasin et la plupart des maisons environnantes furent renversés.

Le 26 juin 1807, la foudre fit sauter, à onze heu
demie du matin, un magasin à poudre de Luxemb
très-solide, bâti jadis sur le roc par les Espagnols,
contenait près de 13,000 kilogrammes de poudre. Il
une trentaine de personnes. Plus de deux cents f
mutilées ou grièvement blessées. La ville basse
Gründ) était un monceau de ruines. On trouva à
d'une lieue de distance de très-grosses pierres du m
sin, que l'explosion y avait apportées.

Le 9 septembre 1808, la foudre tomba sur un mag
de munitions du fort Saint-Andrea-del-Lido, à Venise
le fit sauter. L'explosion détruisit complétement une
serne, une chapelle adjacente, un mur de la demi-lu
et endommagea beaucoup la caserne où logeaient
canonniers.

J'ai multiplié les citations relatives à des explosions
magasins à poudre, parce que, de généralisation en gé
ralisation, on a été jusqu'à prétendre que la foudre, qua
elle pénètre dans ces bâtiments, ne met jamais le feu a



ta sur la tour de Saint-Second, à Venise, entra dans magasin, enleva les tablettes, renversa les caisses de dre, et, ce qui parut alors miraculeux, ne mit le feu e part.

Après la liste de bâtiments foudroyés que j'ai donnée ges 201, 202 et 203, on pourra trouver superflu que siste sur l'utilité qu'il y aurait à venir en aide aux vigateurs contre les atteintes du météore; cette liste, pendant, composée dans un certain but, ne renferme une petite partie des noms de navires qui y figureent, s'il m'avait été permis de faire abstraction de la te et de la position géographique. Ainsi, dans le cercle s-restreint de mes observations, aux quarante-deux tations des pages 201-203, je pourrais ajouter :

(nom inconnu), navire marchand anglais, foudroyé en 1675, près des Bermudes.

(*idem*), navire marchand, foudroyé à Bencoolen, en 1741.

(*idem*), navire hollandais, complétement incendié par la foudre en 1746, dans la rade de Batavia. Quand le feu atteignit les poudres, le bâtiment sauta.

(*idem*), navire hollandais, foudroyé et fort endommagé en 1750, près de Malacca.

Harriot, paquebot anglais, en allant à New-York, en 1762. Les trois mâts furent entièrement brisés.

Modeste, frégate française, complétement consumée, en 1766, par l'incendie qu'y développa un coup de foudre.

bâtiment du capitaine Cook et un navire hollandais, foudroyés dans la rade de Batavia.

Zéphyr, frégate française, foudroyée au Port-au-Prince (Saint-Domingue), le 23 septembre 1772. Le grand mât de hune brisé.

Meilleur Ami, navire de Bordeaux, foudroyé au Port-au-Prince, le 25 mai 1785. Le mât de misaine, le mât de hune et le mât de perroquet furent réduits en mille morceaux.

[illegible]

[illegible] 1755. [illegible]

[illegible]

[illegible] de la Martinique. [illegible]

Le [illegible] de ligne [illegible]

Le [illegible] à la Jamaïque, en [illegible]

Le Thésée, vaisseau anglais, [illegible] près de Saint-Domingue, en 1806.

La [illegible], corvette anglaise, dans le mois de juin 1806, [illegible] Trois matelots furent tués, neuf blessés; le mât [illegible] [illegible]

La [illegible] à la Jamaïque, le 30 août 1806; plusieurs [illegible] de la frégate furent incendiées par la foudre.

La Calebre, vaisseau de ligne de l'escadre de l'amiral Calder, [illegible] du cap Finistère. Ses trois mâts furent mis presque hors de service.



lma, frégate anglaise, qui perdit un de ses mâts, en 1814, s le port de Carthagène des Indes.

léduse, brick anglais, dans son voyage de la Guayra à Liverpool.

phion, navire américain, considérablement endommagé le septembre 1822, dans son passage de New-York à Rio-Janeiro. ıtes les boussoles furent détruites.

ssie, de Londres, si complétement endommagé vers le milieu novembre 1833, que l'équipage l'abandonna par 45° de latitude et 16° de longitude O.

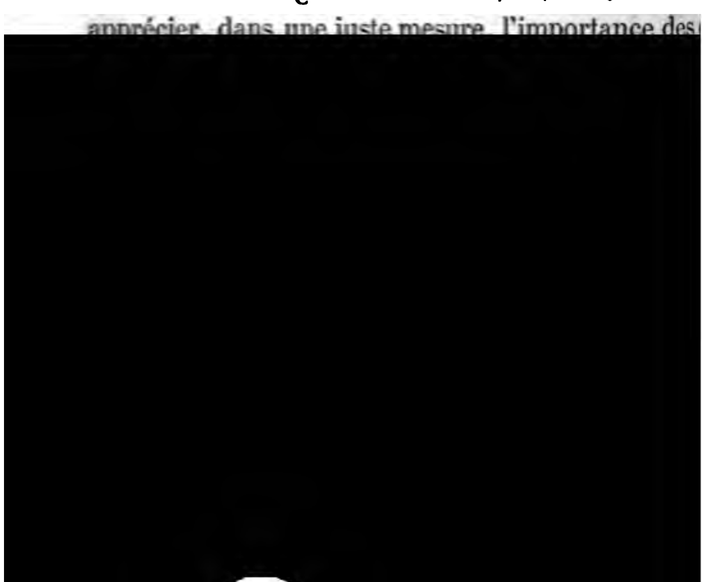
arron, bateau à vapeur anglais, foudroyé en 1834, pendant sa ıversée de Grèce à Malte.

n parcourant ces catalogues avec attention, on reıquera (ce rapprochement me semble de nature à pper les esprits) qu'en quinze mois des années 1829 1830, il y a eu dans la Méditerranée cinq bâtiments la marine royale anglaise foudroyés, savoir : *le Mosto*, de 10 canons; *le Madagascar*, de 50; *l'Océan*, *le ville* et *le Gloucester*, vaisseaux de ligne. Tous ces ires souffrirent considérablement dans leur mâture. outerai, pour les personnes qui prétendent que les ımages provenant du tonnerre ont très-peu d'imporıe sous le rapport pécuniaire, que le grand bas mât ıe frégate coûte 5,000 francs, et le grand bas mât ı vaisseau jusqu'à 10,000 francs.

ı tant d'exemples authentiques des effets de la foudre, ourrais ajouter que le vaisseau anglais *la Résistance*, 44, et *le Loup-Cervier*, disparurent complétement ès quelques coups de tonnerre, dans un convoi dont ils ıient partie ; que le vaisseau *le York*, de 64, dont on jamais eu de nouvelles depuis son entrée dans la Mérranée, a probablement sauté ou a été coulé bas par ıétéore ; que les cas d'incendie indiqués dans la liste

précédents ne sont pas les seuls qu'on pourrait rapp
que, par exemple, le *Logan*, de New-York, déjà cit
120 tonneaux et d'une valeur de 500,000 fr., fut
rement consumé : que *l'Annibal*, de Boston, éprou
même sort en 1821 : que les équipages n'ont pas mo
souffrir que les mâts, les manœuvres et le corp
navires : qu'il y eut deux hommes tués et vingt-deux
sés par le coup de foudre qui, en 1799, frappa *le
brian*, à Plymouth : que dans une semblable circonst
en 1808, *le Sultan*, à Mahon, perdit cinq homme
sur place, deux jetés à la mer et noyés, et de plus
fortement brûlés : que neuf matelots périrent à bo
Repulse, par le coup qui atteignit le vaisseau dans l
de Rosas (en 1809) ; qu'il y eut trois matelots t
cinq blessés à bord de la frégate autrichienne *le Le*
quand elle fut foudroyée, en 1833, dans le can
Céphalonie, etc., etc.

Mais ce que j'ai déjà rapporté doit suffire. Les fai
été cités sans exagération et sans réticence. Chacun
apprécier, dans une juste mesure, l'importance des



a placés, peuvent paraître absurdes. En tout cas, je dirais que l'étude des aberrations de l'esprit humain ne doit pas être séparée de celle des véritables découvertes, sans compter que les plus grosses erreurs conservent peut-être encore de nombreux partisans.

§ 1er. — Des moyens que les hommes ont cru propres à les mettre personnellement à l'abri de la foudre.

La littérature grecque nous a complétement initiés aux idées des anciens philosophes touchant la cause du tonnerre; mais on n'y trouve que des indications très-sommaires et très-imparfaites sur deux ou trois moyens préservatifs.

Hérodote, livre IV, chap. 94, rapporte que « les Thraces sont dans l'habitude, quand il fait des éclairs ou qu'il tonne, de tirer des flèches contre le ciel, pour le menacer. »

Pour le menacer, dit l'auteur grec, qu'on le remarque bien! Il n'est nullement question, dans le passage, d'un pouvoir qu'aurait eu la flèche, en tant que métallique et en tant que pointue, d'enlever aux nuages quelques parcelles de matière fulminante. Aussi, Dutens lui-même, cet admirateur fanatique de l'antiquité, a-t-il reculé devant l'idée d'assimiler les flèches des Thraces aux paratonnerres modernes, et de faire remonter l'invention de l'appareil de Franklin jusqu'au temps d'Hérodote.

Pline rapporte que les Étrusques savaient faire descendre la foudre du ciel; qu'ils la dirigeaient à leur gré, et que, entre autres, ils la firent tomber sur un monstre nommé Volta qui ravageait les environs de Volsinies;

que Numa avait le même secret; que Tullus Hostilius, peu exact dans l'accomplissement des cérémonies empruntées à son prédécesseur, se fit foudroyer lui-même. Quant au moyen d'évoquer ainsi le météore, Pline parle seulement de sacrifices, de prières, etc. Nous pouvons donc passer à un autre objet [1].

Les anciens (Pline, livre II, § 56) croyaient que la foudre ne pénètre jamais en terre au delà de 2 mètres. Aussi, la plupart des cavernes leur semblaient-elles des asiles complétement sûrs; aussi, dès qu'il était possible de prévoir un orage, Auguste, dit Suétone, se retirait-il dans un lieu bas et voûté.

Les tubes vitreux, produits de la foudre, dont il a été si longuement question (chap. XXI), et qui descendent quelquefois dans le sol jusqu'à 10 mètres de la surface, montrent combien les anciens se trompaient. Personne ne sait, personne ne pourrait dire, même aujourd'hui, à quelle profondeur on serait à l'abri des foudres descendantes, et, à plus forte raison, des foudres ascendantes.

[redacted]

ndant les orages. L'eau est destinée à éteindre le feu de foudre.

Dans certaines conditions que nous développerons tout heure, une nappe d'eau devient un préservatif à peu s certain pour tout ce qui est dessous ; il n'en faut pas aclure, cependant, que les poissons ne puissent être idroyés au sein des masses liquides les plus étendues.

Weichard Valvasor nous apprend (*Philosophical Transions*, tome XVI), que la foudre étant tombée, vers l'an- 1670, sur le lac de Zirknitz, dans le compartiment mmé Leuische, on vit presque aussitôt flotter à la face de l'eau une telle quantité de poissons que les ibitants du voisinage en remplirent vingt-huit tombeaux.

Le 14 septembre 1772, la foudre tomba à Besançon, ins le Doubs. Aussitôt après, la surface de l'eau fut ouverte de poissons étourdis qui flottaient au gré du urant.

Dans l'antiquité, on croyait généralement que les rsonnes au lit et couchées n'avaient rien à redouter de foudre. Cette opinion, quelque extraordinaire qu'elle it, paraît avoir conservé des partisans. Je vois, par emple, que M. Howard enregistre ces deux faits-ci avec ie prédilection particulière :

Le 3 juillet 1828, la foudre tomba sur un cottage à rdham, près de Chichester. Elle réduisit un bois de lit éclats, roula par terre les draps, les matelas et la personne qui reposait dans ce lit, sans lui faire aucun mal.

Le 9 du même mois, la foudre enleva à Great-Hougton, rès de Duncaster, la couverture du lit où madame Brook

était couchée, et cette dame n'eut d'autre mal que la peur.

A ces faits, j'en opposerai d'autres non moins authentiques.

Le LXIII[e] volume des *Philosophical Transactions* renferme un mémoire dans lequel le révérend Samuel Kirkshaw rend compte de toutes les circonstances du coup de foudre qui surprit M. Thomas Hearthley, endormi dans son lit, à Harrowgate, le 29 septembre 1772, et le tua raide. Madame Hearthley, couchée à côté de son mari, ne fut pas même éveillée. Pour elle, tout se réduisit à une douleur dans le bras droit qui dura seulement quelques jours.

Le 27 septembre 1819, à cinq heures du matin, la foudre tomba à Confolens (Charente), sur une maison où elle tua la servante couchée dans son lit. Le corps était sillonné depuis le cou jusqu'à la jambe droite.

L'idée qu'un matelas offrait une garantie suffisante [redacted]

les personnes timides allaient s'abriter en temps d'orage. Suétone rapporte que l'empereur Auguste, qui craignait le tonnerre, portait toujours une de ces peaux.

Dans les Cévennes où, pendant si longtemps, il exista des colonies romaines, les bergers recueillent avec soin les dépouilles des serpents; ils en entourent, encore de nos jours, la forme de leurs chapeaux, et dès lors ils se croient à l'abri des atteintes de la foudre (Laboissière, Acad. du Gard). Ces peaux de serpents, suivant toute apparence, remplissaient jadis, dans l'esprit du peuple, le même office que les peaux plus rares et plus chères des veaux marins.

Il est assurément très-permis de critiquer le choix qu'avait fait Auguste des peaux de veaux marins, puisque aujourd'hui même nous ne saurions comment le justifier ni par le fait, ni théoriquement. Quant à l'idée qu'il peut ne pas être indifférent de choisir certains vêtements en temps d'orage, elle n'a rien de contraire aux connaissances des modernes sur la matière de la foudre. Nous pourrions même citer des cas nombreux où des personnes paraissent avoir été, les unes préservées, les autres foudroyées, suivant qu'elles portaient telles ou telles étoffes.

Rubruquis, dans la *Relation du Voyage en Tartarie*, entrepris par ordre de Louis IX, dit que les habitants de ce pays ont une peur extrême du tonnerre. Le missionnaire assure que, dès qu'ils entendent le météore, les Tartares expulsent de chez eux tous les étrangers, s'enveloppent dans des feutres ou draps noirs, et restent ainsi immobiles tant que le tonnerre gronde.

Le jour de la catastrophe de Château-Neuf-lès-Moutiers, dont il a déjà été question (p. 262), deux des trois prêtres qui entouraient l'autel tombèrent gravement frappés; le troisième, au contraire, n'éprouva aucun mal : lui seul était revêtu d'ornements en soie [1].

Voici des faits plus étonnants encore, car ils montrent qu'un animal peut être plus ou moins gravement atteint dans les différentes parties de son corps, suivant la couleur des poils qui les recouvrent.

Au commencement de septembre 1774, la foudre tomba sur un bœuf, à Swanborow (Sussex). Ce bœuf, de couleur rougeâtre, était tacheté de blanc. Après le coup de foudre, on remarqua avec surprise la dénudation des taches blanches : il n'y restait pas un seul poil, tandis que la partie rougeâtre n'avait éprouvé aucune altération apparente. Le propriétaire de l'animal raconta à M. James Lambert que, deux ans auparavant, un autre bœuf tacheté de blanc avait présenté exactement le même phénomène, après un violent coup de tonnerre.

[redacted]

que, dans toute l'étendue des taches blanches, le poil se détachait en quelque sorte de lui-même, et que, dans le reste du corps, il avait conservé son adhérence ordinaire.

« Quand le ciel était orageux, Tibère ne manquait pas de porter une couronne de laurier, d'après l'idée que la foudre ne touche jamais cette sorte de feuillage. » (Suétone.)

« Les Chinois regardent le mûrier et le pêcher comme de bons préservatifs contre les coups de foudre. » (Édouard Biot.)

L'opinion que certains arbres ne sont jamais frappés de la foudre est encore fort répandue.

M. Hugh Maxwell écrivait, en 1787, à l'Académie américaine que, d'après sa propre expérience et les renseignements qu'il avait recueillis auprès d'un grand nombre de personnes, il se croyait en droit d'affirmer que la foudre frappe souvent l'orme, le châtaignier, le chêne, le pin; qu'elle atteint quelquefois le frêne; que jamais elle ne tombe sur le hêtre, le bouleau, l'érable.

Le capitaine Dibden n'admettait pas des différences aussi tranchées. Dans une lettre à Wilson, en date de 1764, il se contentait de dire que, dans les forêts de la Virginie, qu'il venait de visiter en 1763, les pins, quoique considérablement plus hauts que les chênes, étaient beaucoup moins souvent frappés de la foudre. Je ne me rappelle pas, ajoutait-il, avoir vu des chênes croissant parmi les pins, là où quelques-uns de ces derniers arbres avaient été foudroyés. Voici des faits qui dissiperont bien des doutes.

Les anciens croyaient que jamais la foudre ne to
sur le laurier! *Jamais* ne serait plus une expre
justifiable; car je trouve, dans les Notes de Poin
de Sivry, un des traducteurs de Pline, que Sen
que Vicomercatus, que Philippe-Jacques Sachs,
portent plusieurs cas de lauriers foudroyés.

Maxwell range le hêtre parmi les arbres que la fo
respecte. Une brochure de M. Héricart de Thury, d
buée à l'Académie des sciences, m'apprend qu'un
hêtre, réservé, en 1835, dans une ancienne futaie
tue au milieu de la forêt de Villers-Cotterets, fut
droyé et à peu près démoli, au mois de juillet
même année.

Des considérations théoriques avaient porté à
que les arbres résineux sont à l'abri des coups de fo
On vient de voir cependant que Maxwell place l
parmi ceux qui sont frappés le plus souvent. Dans la
chure de M. de Thury, que je viens de citer, je tro
parmi les arbres foudroyés :


[redacted]

cteur Winthorp concluait, de cette double remarque, pour échapper aux atteintes du météore, lorsqu'on surpris par l'orage en rase campagne, ce qu'on peut de mieux, c'est de se placer à une petite distance quelque grand arbre : par petite distance, il entendait es celles qui sont comprises entre 5 et 12 mètres. station plus favorable encore, serait celle qui satisfe- aux mêmes conditions de distance, relativement à arbres voisins. Franklin approuvait ces préceptes. ley, qui, lui aussi, les croyait fondés sur la théorie et l'expérience, ne les modifiait, dans le cas d'un seul re, qu'en recommandant de se placer, relativement à branche, à une distance de 5 à 6 mètres au delà de la ver- le passant par l'extrémité des plus longues branches.

D'après certaines analogies, des physiciens admettent la foudre respecte toujours le verre. De là à supposer une cage construite en totalité avec du verre serait un de refuge parfaitement sûr, il n'y avait qu'un pas. ssi des cages de cette matière ont-elles été proposées, même construites, à l'usage des personnes qui redou- nt beaucoup la foudre.

Je suis assurément très-disposé à croire qu'en temps orage une enveloppe vitreuse atténue quelque peu le nger dont on est menacé; mais je ne puis admettre l'elle le fasse totalement disparaître. Voici sur quoi es doutes se fondent.

Le grand coup de foudre qui atteignit le palais Minuzzi, ns le territoire de Ceneda, le 15 juin 1776, perça ou isa plus de huit cents carreaux de vitre.

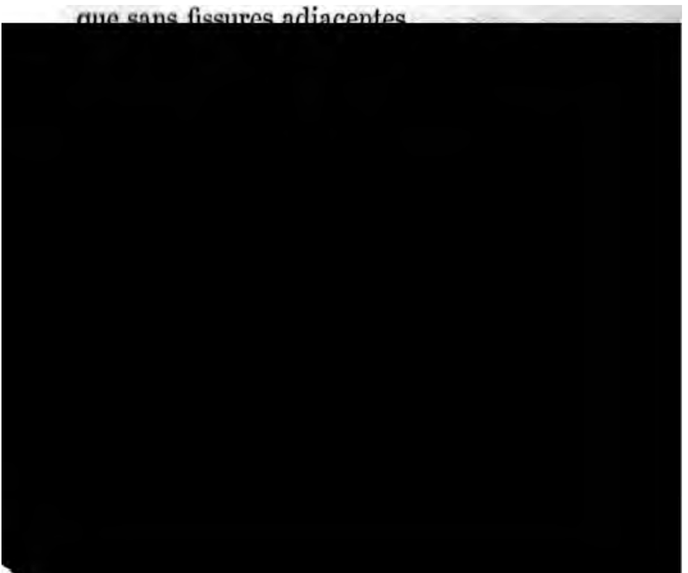
Lorsque M. James Adair fut jeté à terre, en sep-

tembre 1780, par le violent coup de foudre qui tua de ses domestiques, dans la maison d'East-Bou était placé derrière une croisée vitrée. La montur croisée n'éprouva aucun dommage, mais les carre vitre disparurent complétement : la foudre le réduits en poussière.

A la rigueur, on pourrait supposer que la rupt vitres est la conséquence de l'ébranlement de l' simple effet du bruit, de la détonation. Venons des faits moins douteux.

Le 17 septembre 1772, la foudre qui tomba à I sur une maison située à Prato della Valle, perça reau de vitre de la fenêtre du rez-de-chaussée, d'i net et rond pareil à celui qui serait résulté de d'un foret.

L'ingénieur Caselli, d'Alexandrie, remarqua vitres de ses fenêtres, en 1678, immédiatement a coup de foudre (voyez p. 122), des trous ronds, que sans fissures adjacentes



observations isolées de Padoue et d'Alexandrie. Ces observations réunies détromperont tant de personnes qui se figuraient que des panneaux de verre étaient, pour la foudre, des barrières infranchissables.

Mille exemples ont prouvé que la foudre ne tombe jamais sur un homme ou sur une femme, sans attaquer plus particulièrement les parties métalliques de leurs ajustements. On peut donc admettre que ces parties augmentent sensiblement le danger d'être foudroyé. Cette supposition, personne ne la révoquera en doute, s'il s'agit de masses de métal un peu fortes; en tout cas, je dirais que, le 21 juillet 1819, la foudre tomba sur la prison de Biberach (Souabe) et qu'elle alla frapper dans la grande salle, au milieu de vingt détenus, un chef de brigands déjà condamné qui était enchaîné par la ceinture.

La supposition sera plus difficile à justifier quant aux légères parties métalliques qui entrent dans nos vêtements habituels. Ne pourrai-je pas cependant qualifier du nom de preuve, l'observation curieuse faite au Bréven, en 1767, par Saussure et ses compagnons de voyage :

Le temps était orageux. Quand les observateurs élevaient la main et étendaient un doigt, ils sentaient à l'extrémité une sorte de picotement. « M. Jalabert (nous dit le célèbre voyageur), qui avait un galon d'or à son chapeau, entendait (de plus) autour de sa tête un bourdonnement effrayant. On tirait des étincelles du bouton d'or de ce chapeau, de même que de la virole de métal d'un grand bâton que nous avions avec nous [1]. »

1. Je savais depuis longtemps que, d'après divers observateurs, l'atmosphère, quand elle est fortement imprégnée de matière ful-

Donnez à l'orage un tant soit peu plus d'intensité, et le léger galon d'or, et le petit bouton de métal deviendront, dans des circonstances pareilles à celles du Brüven, des causes d'explosion, et M. Jalabert sera foudroyé plutôt que ses voisins, dont les chapeaux ne sont ornés ni de galons d'or, ni de boutons de métal.

Voici un fait rapporté par Constantini en 1749, et qui va encore plus directement au but :

Le temps étant orageux, une dame étend la main pour fermer sa fenêtre; la foudre part, et le bracelet d'or

minante pendant une averse de neige, devient sonore à un degré étonnant; qu'il suffit d'y agiter les doigts avec quelque vitesse pour engendrer des sons musicaux. Toutefois, en rendant compte dans le chapitre XXX des aigrettes lumineuses des temps d'orage, je n'ai pas eu la hardiesse de mentionner les singulières propriétés acoustiques qu'on disait être la conséquence de la disposition atmosphérique en question. Une note que je viens de trouver dans l'Encyclopédie du docteur Brewster, sans dissiper complétement mes doutes, les a un peu affaiblis; voilà pourquoi je reviens sur ce sujet.

En juillet 1814, dit le célèbre physicien d'Edinburgh, MM. Tupper

[redacted]

qu'elle portait disparaît si complétement, qu'on n'en retrouve plus aucun vestige. La dame n'avait d'ailleurs reçu que de très-légères blessures.

Sans ces remarques préliminaires, on aurait été étonné de me voir recueillir ici l'explication que le célèbre voyageur Bridone a donnée de l'événement arrivé à une personne de sa connaissance, à madame Douglas.

Cette dame regardait par sa fenêtre pendant un orage. La foudre éclata, et son chapeau (seulement son chapeau) fut réduit en cendres. Suivant M. Bridone, la foudre avait été attirée par le mince fil métallique qui dessinait le contour du chapeau, et sur lequel s'appuyait l'étoffe. Aussi propose-t-il de renoncer à ces bordures de métal ; aussi se prononce-t-il contre la mode si répandue de maintenir et d'orner les cheveux avec des épingles [1] et des tresses en or ou en argent. Dans la crainte bien naturelle que ses conseils ne restassent sans effet, il demandait « que chaque femme portât une petite chaîne ou un fil d'archal qu'elle accrocherait en temps d'orage aux parties métalliques du chapeau, et par lequel la matière fulminante s'écoulerait jusqu'à terre, au lieu de prendre sa course à travers la tête et les membres inférieurs. »

En résumé, il est mieux, quand il tonne, de n'avoir point de métal sur soi ; mais vaut-il la peine de songer à l'accroissement de danger qu'une montre, que des boucles, que des pièces de monnaie, que les fils, que les chaînes ou aiguilles métalliques dont les femmes font

1. Kundman rapporte que la foudre fondit une aiguille de cuivre qui servait à retenir les cheveux d'une jeune fille, et, par parenthèse, sans les brûler.

usage peuvent occasionner? Cette question n'est pas susceptible d'une solution générale, car chacun l'envisagera à travers ses préoccupations et se laissera plus ou moins dominer par la crainte que le météore lui inspire.

§ 2. — Lorsque la foudre tombe sur des hommes ou des animaux placés les uns à la suite des autres, soit en ligne droite, soit le long d'une courbe non fermée, c'est aux deux extrémités de la file que ses effets sont généralement les plus intenses, les plus fâcheux.

Ce théorème, si l'expression m'est permise, semble découler des faits que j'ai recueillis et dont je vais donner l'analyse. On comprendra, j'espère, que je traite ici une simple question de science, et qu'en indiquant la place où l'on est le moins exposé, je n'entends conseiller à personne d'aller s'y réfugier, puisque, en atténuant par là ses propres risques, l'on augmenterait inévitablement ceux d'autrui.

Le 2 août 1785, la foudre tomba, à Rambouillet, sur une écurie où se trouvaient sur une seule file trente-deux

x derniers périrent. Le cinquième, celui du milieu, t aucun mal [1].

n de mes amis m'apprend qu'on lui raconta, il y a quels années, dans une ville de Franche-Comté, et cela peu ours après l'événement, que la foudre étant tombée en champ sur une file de cinq chevaux, tua le premier et le uier. Les trois autres ne semblaient pas même blessés [2].

uand elle rencontre une barre métallique, la foudre, le monde le sait et le comprend, ne produit guère de t notable qu'à l'entrée et à la sortie. On conçoit ment qu'il en soit de même de toute autre nature de s; mais que cette règle puisse être étendue au cas où a de larges solutions de continuité; que trente-deux vaux, par exemple, espacés comme ils le sont ordinaient dans une écurie, doivent être considérés, quant effets de la foudre, comme une masse unique ayant commencement et une fin, on l'aurait, je crois, diffici-

Je rapporte ce fait à l'appui de la proposition inscrite en tête e paragraphe, quoiqu'à l'époque de l'événement on crût à Flay avoir expliqué tout ce qu'il offrait d'extraordinaire, par la arque que le cheval épargné était aveugle et les quatre autres aux clairvoyants.

En l'an IX, la foudre tomba à Praville, près de Chartres, sur noulin à vent, y mit le feu et tout fut consumé. Pendant ce ps, le meunier cheminait entre un cheval et un mulet chargés grains. Les deux animaux, frappés du même coup, restèrent ts sur la place. Le meunier en fut quitte pour un fort étourdisent, pour quelques mèches de cheveux brûlés et pour la perte on chapeau.

n'ai pas donné place à cet événement dans le texte, parce qu'il semble moins démonstratif que les autres; parce qu'il n'est pas ent de soi-même que la foudre tue avec une égale facilité toutes spèces d'animaux; parce qu'il me paraît établi, au contraire, ès un certain ensemble de faits, que les hommes résistent plus

lement deviné. Cependant, à quelle autre assimilation recourir pour rendre compte du curieux phénomène auquel ce paragraphe a été consacré?

§ 3. — Des préceptes à l'usage des personnes qui craignent la foudre.

Franklin a donné des préceptes à l'usage des personnes qui, craignant la foudre, se trouvent en temps d'orage dans des maisons non munies d'un de ces paratonnerres dont nous allons tout à l'heure nous occuper.

Il veut qu'elles évitent le voisinage des cheminées. La foudre, en effet, entre souvent par les cheminées, à cause de la suie qui les tapisse intérieurement et de la propriété que cette suie partage avec les métaux, d'être un des corps sur lesquels le météore se dirige de préférence.

On doit aussi, pour la même raison, s'éloigner autant que possible des métaux, des glaces (à cause de leur tain) et des dorures.

fortement à la foudre que les chevaux et les chiens. Voici quelques-uns de ces faits sur lesquels, au besoin, j'appuierai mon opinion:

[redacted]

Le mieux semble devoir être de se tenir au milieu d'un salon; mais il faut excepter le cas où l'on aurait un lustre ou une lampe au-dessus de sa tête.

Moins on touche les murs et le sol, et moins on est exposé. Le plus sûr serait donc d'avoir un hamac, suspendu à des cordons de soie, au centre d'une vaste chambre.

A défaut de suspension, il est bon d'interposer entre soi et le sol quelques-uns de ces corps que la matière fulminante traverse le plus difficilement. Ainsi on peut poser sa chaise sur du verre, de la poix, ou sur plusieurs matelas.

Ces précautions doivent atténuer le danger, mais elles ne le font pas disparaître. Il n'est pas sans exemple, en effet, que le verre, la poix et plusieurs épaisseurs de matelas aient été traversés par la foudre. Chacun doit comprendre aussi que si le météore ne trouve pas tout autour de la chambre un métal continu qui le dirige, il pourra s'élancer d'un point sur le point diamétralement opposé et rencontrer dans sa course les personnes situées au milieu, fussent-elles suspendues dans des hamacs.

Des météorologistes, Balitoro entre autres, affirment que la foudre ne frappe jamais la face nord des édifices. Suivant eux, c'est au sud-est surtout qu'on doit la redouter.

Cette opinion est, dit-on, assez répandue en Italie, pour qu'en temps d'orage beaucoup de personnes prennent la précaution d'aller se réfugier dans les pièces de leurs habitations situées au nord. Si le fait est exact, peut-être ne faut-il y voir que la conséquence de la direction suivant laquelle, dans nos climats, le vent souffle à peu près toujours quand le tonnerre gronde.

Des nuages venant du sud et fortement imprégnés de matière fulminante, ne peuvent guère manquer de faire tomber la foudre, de préférence, sur la première file des édifices au-dessus desquels ils passent. Au surplus, depuis qu'on a constaté que les jets si élevés des aurores boréales se rangent parallèlement à l'aiguille magnétique d'inclinaison, de quel droit nierait-on la possibilité d'une direction commune dans les traits fulminants?

Suivant Nollet, à hauteurs pareilles et toutes autres circonstances égales d'ailleurs, les flèches des clochers couverts d'ardoises sont plus souvent et plus rudement frappées de la foudre que les flèches construites en pierre.

Il ne faudrait pas, je crois, chercher l'origine de cette singularité dans quelque différence spécifique entre la matière de l'ardoise et l'espèce de pâte dont la pierre est formée. Elle paraît plutôt tenir à l'humidité qui imprègne si facilement, pendant la pluie, la charpente couverte de lattes sur laquelle les ardoises reposent, et à la multitude de clous métalliques qui servent à les fixer.

[redacted]

reuses en temps d'orage. Leur transpiration ne saurait manquer de donner lieu à une colonne ascendante de vapeur ; or, tout le monde sait que l'air humide transmet la foudre beaucoup mieux que l'air sec. La colonne de vapeur doit donc, de préférence, conduire la foudre vers le lieu même d'où elle émane. Faut-il s'étonner, après cela, que des troupeaux de moutons soient si souvent foudroyés, et qu'un seul coup puisse amener la mort de trente, de quarante et même de cinquante de ces animaux ?

En Amérique, c'est une opinion généralement admise que les granges (*barns*) remplies de grains ou de fourrages, sont plus fréquemment frappées de la foudre que les autres espèces de bâtiments.

Ce fait semble aussi devoir être attribué à un courant ascendant d'air humide dont l'origine ne sera pas difficile à trouver, en se rappelant qu'on emmagasine généralement la récolte avant qu'elle soit parvenue à un grand état de sécheresse.

Une seule personne est quelquefois foudroyée au milieu d'un groupe nombreux, sans qu'on entrevoie les causes déterminantes de cette sorte de choix, sans qu'elle ait dans ses vêtements plus de parties métalliques que les personnes voisines, sans que sa position, relativement aux objets environnants, paraisse offrir rien de particulier !

J'ai dit paraisse, car, pour agir activement, une cause n'a pas besoin d'être visible ; car une masse de fer perdue dans l'épaisseur d'une maçonnerie produit tout autant d'effet que si elle était à découvert, etc. Il sera bien rare qu'on puisse affirmer que tout était identique, quant aux

positions, entre la personne frappée et la personne épargnée : celle-ci se sera trouvée plus loin que l'autre, d'une masse de métal, d'un filet d'eau, etc., cachés sous un parquet, derrière une boiserie, au sein de la terre, etc., sans qu'on s'en soit douté.

Il semble difficile d'arriver par cette voie à reconnaître s'il y a des différences spécifiques entre un homme et un autre homme, relativement à la faculté d'être foudroyé. Le doute n'a pu être éclairci qu'à l'aide d'expériences indirectes qui seront analysées dans un autre chapitre. Ici je dois me contenter d'affirmer que des différences spécifiques existent, et qu'en temps d'orage, dans deux situations toutes pareilles, tel homme, par la nature de sa constitution, court plus de danger que tel autre homme.

§ 4. — S'expose-t-on à être foudroyé quand on court pendant des temps orageux ?

On prétend qu'il est dangereux, en temps d'orage, de courir à pied ou à cheval ; on prétend même qu'il ne faut pas marcher contre la direction du vent et le sens de

[redacted]

mouvement des nuages. Ces deux recommandations, examinées au fond, reviennent à celle-ci : il faut éviter de se trouver dans un courant d'air.

Un courant d'air attirerait-il donc réellement la foudre, faciliterait-il sa chute? A défaut de moyens décisifs de trancher cette question, on a cité l'usage de fermer les fenêtres dès qu'un orage se manifeste, comme le résultat d'une véritable expérience; on a pensé que les peuples les plus éloignés ne se seraient pas généralement accordés à se clore quand le tonnerre gronde, si cette pratique n'avait aucun avantage. Ai-je besoin de faire remarquer qu'il n'est pas de préjugé populaire qu'on ne puisse justifier en raisonnant ainsi?

Pendant un orage, il pleut, il vente fortement; l'usage de fermer les portes et les fenêtres a donc pu naître, tout simplement, de la nécessité de se garantir du vent et de la pluie. Nous savons toutefois que, dans quelques pays, cet usage est appuyé sur des idées superstitieuses. En Esthonie, par exemple, c'est la peur de laisser entrer le malin esprit que Dieu poursuit quand le tonnerre gronde,

les ranger parmi les corps non conducteurs que la foudre respecte, ou, du moins, qu'elle frappe rarement.

Des différences aussi tranchées ne peuvent pas exister sans qu'il y ait également des nuances. Or, chaque degré de conductibilité correspond en temps d'orage à une certaine mesure de danger. L'homme, conducteur comme le métal, sera aussi souvent foudroyé que le métal; l'homme qui interrompt la communication dans la chaîne, n'aura guère plus à craindre que s'il était de verre, de résine. Entre ces limites il se trouvera des individus que la foudre frappera à l'égal du bois, des pierres, etc. Ainsi dans les phénomènes du tonnerre, tout ne gît pas dans la place qu'un homme occupe : la constitution physique de cet homme, joue aussi un certain rôle.

qui détermine chacun à calfeutrer les plus petites ouvertures (Salverte. *Des sciences occultes*). N'est-il pas remarquable que des idées religieuses aient conduit les Juifs dans certaines contrées, à faire exactement le contraire des Esthoniens. Dès que l'éclair sillonne la nue, les Juifs, dit l'abbé Dechman, ouvrent portes et fenêtres, afin que le Messie, dont la venue doit être annoncée par un orage, puisse entrer librement dans l'habitation qu'il voudra choisir.

Examinons, au surplus, la pratique en elle-même, autant que l'état de la science peut le permettre.

L'atmosphère oppose une certaine résistance au passage de la matière de la foudre. Il est probable que cette résistance diminue quand la température et l'humidité augmentent, quand la pression barométrique s'affaiblit. Ainsi, tout ce qui amoindrit la densité de l'air en un point donné tend, peu ou prou, à y appeler la foudre. Or, un homme qui court par un temps calme laisse derrière lui un espace où, mathématiquement parlant, l'air [redacted]

Le fait de la chute de la foudre ne paraît pas douteux. En effet, immédiatement après l'explosion, il se manifesta dans tout le navire une forte odeur de soufre. Les personnes qui se trouvaient sur le gaillard d'arrière virent d'ailleurs une flamme se détacher de la chaîne conductrice. Cette flamme se montra en un point situé à moitié de la distance entre la grande hune et le bastingage, et alla à bâbord se perdre dans les flots, tandis que l'extrémité de la chaîne plongeait dans la mer du côté opposé, c'est-à-dire à tribord; j'ajoute, enfin, qu'au moment du coup de tonnerre, un des matelots de l'équipage fut si complétement asphyxié qu'on le crut mort.

Après l'accident, on s'assura que la chaîne, composée de fils de cuivre tordus à la manière des cordages et formant un cylindre d'environ 1 centimètre de diamètre, n'avait été rompue en aucune de ses parties. La pointe de la flèche métallique vissée sur la tête du grand mât et avec laquelle la chaîne conductrice communiquait, était seule brûlée.

Le fait d'une décharge latérale de la foudre provenant du conducteur, est actuellement connu dans tous ses détails. Il resterait à en trouver l'explication. La première qui se présente à l'esprit consiste à dire que la chaîne métallique était d'un diamètre beaucoup trop petit. Ne pourrait-on pas supposer, pour ajouter à la force de l'objection, qu'au moment de la décharge, l'extrémité de la chaîne ne plongeait pas dans l'eau? Cette extrémité s'attache à une latte de cuivre, ordinairement clouée sur les deux ou trois premières virures de la flottaison. La latte est à tribord; tribord était au vent, et dans la relation on parle

du vent comme étant très-fort en ce moment. Tout
donc à croire que le bâtiment était momentanément
du côté du point d'attache de l'extrémité inférieure
chaîne conductrice ; malheureusement, on ne saura
de combien, et cette circonstance atténue beaucoup
mérite de la conjecture que je viens de hasarder.

A bord de *la Junon*, tout le monde était convain
la foudre avait quitté le conducteur par l'effet du vent
violent qui soufflait alors. Il est, assurément, bien l
ma pensée de regarder cette explication comme suff
D'un autre côté, cependant, je n'oserais la déclarer in
d'examen. Sous le vent de la chaîne métallique co
trice, comme sous celui des cordages, des mâts, et
devait y avoir, par suite d'un phénomène bien conn
hydrauliciens sous le nom de communication latéra
mouvement, une sorte de vide, c'est-à-dire un petit e
dans lequel la pression atmosphérique était considéra
ment affaiblie. Or, nier sans réserve toute influen
cette diminution brusque de pression, ne serait pas
esprit philosophique, surtout en présence de tant d'o

§ 5. — **Les nuages d'où les éclairs et la foudre s'échappent incessamment, sont-ils constitués, comme quelques physiciens le supposent, de telle sorte qu'il y ait danger de mort à les traverser.**

La constitution intime des nuées est trop imparfaitement connue pour qu'on ait été à même d'apprécier, d'après des considérations théoriques, le danger qu'il pourrait y avoir à trop approcher du foyer d'un orage. Sur ce point, l'opinion générale me paraît bien plutôt une affaire de sentiment que le résultat d'une discussion approfondie. De noirs nuages lancent quelquefois au loin la destruction, l'incendie et la mort! Que ne doivent-ils pas faire de près? Tel est l'aperçu vague auquel on s'est arrêté. Volta, lui-même, n'avait peut-être pas d'autre guide lorsque, dans son Mémoire sur la formation de la grêle, il traitait de hardiesse inouïe le projet de traverser une nuée orageuse. Quoi qu'il en soit, la question m'a paru mériter d'être examinée. Il importait de savoir si les météorologistes pouvaient conserver l'espoir d'aller, tôt ou tard, étudier la foudre dans la région même où elle s'élabore; il était bon aussi d'apprécier à sa juste valeur le danger que l'on court dans certaines montagnes où les orages naissent avec trop de rapidité pour que les voyageurs aient le temps de leur échapper. Ma tâche, au reste, se bornait à rechercher si des personnes s'étaient jamais trouvées au milieu de nuages, foyer d'un orage déclaré, sans y périr; mais je ne devais admettre que des observations nettes, précises, exemptes d'ambiguïté. Tous ces caractères, je les ai trouvés réunis dans une relation de l'abbé Richard, auteur de l'*Histoire de l'air et des météores*.

A la fin d'août 1750, ce physicien montait en
la petite montagne de Boyer, à peu de distance d
cey, entre Chalon-sur-Saône et Tournus. Aux trois
de la hauteur de cette montagne, s'était arrêté un
dans lequel le tonnerre grondait de temps en temp
tôt M. Richard l'atteignit. Dès ce moment, la fu
se manifesta plus par des coups brusques et de
valles de silence. Elle faisait un bruit continuel se
à celui d'un tas de noix que « l'on roulerait sur d
ches. » Au sommet de la montagne, l'observateur s
au-dessus de la nuée : elle n'avait pas cessé d'ê
geuse, car de brillants éclairs la sillonnaient, e
partait de fortes détonations.

Le second exemple que je citerai n'aura p
garant un physicien. Peut-être sera-ce un av
les circonstances, d'ailleurs peu nombreuses
simples du phénomène, ayant été recueillies p
personne qui n'avait pas de système à faire pr
J'écris ce qu'on va lire, sous la dictée de ma sœ

[redacted]

pour ne pas voir les éclairs, nous nous bouchâmes les oreilles pour ne pas entendre le tonnerre. Nous étions depuis environ un quart d'heure dans cet état, quand le cocher nous fit savoir, à notre très-vive satisfaction, que tout danger était passé. Le nuage, en effet, se trouvait au-dessous de nous; il y éclairait encore, il y tonnait, mais notre inquiétude cessa, car nous jouissions d'un ciel pur et du plus beau soleil. »

MM. les capitaines Peytier et Hossard, que j'ai déjà eu l'occasion de citer honorablement, se sont trouvés dans les Pyrénées au milieu de nuages, foyer d'un orage déclaré :

Sur le sommet du pic d'Anie, à 2,504 mètres de hauteur, le 15 juin 1825, et les 20, 24 et 25 juillet 1827;

(L'orage du 15 juin dura six heures; les cheveux des observateurs et les glands de leurs casquettes se dressaient; on entendait un sifflement autour des parties saillantes des corps.)

Au sommet du pic Lestibète, à 1,851 mètres de hauteur, les 4, 5, 6 et 13 juillet 1816;

(Pendant l'orage du 13, il tomba des grêlons en étoile de près de 3 centimètres de diamètre.)

Sur la montagne de Troumouse, à 3,086 mètres, les 9 et 13 août 1826;

(L'orage du 9 dura vingt-quatre heures; il grêla, il plut, les tonnerres furent très-fréquents. La tente, malgré trois toiles superposées de coutil très-serré, parut quelquefois comme embrasée. Le fusil chargé de M. Hossard, laissé par précaution hors de la tente, offrit, le lendemain, plusieurs traces de fusion évidentes à l'extré-

mité du canon. De la vallée, cet orage parut si violent, que les habitants d'Héas n'espéraient revoir ni les deux officiers, ni leurs guides.)

Au pic de Baletous, à 3,146 mètres, les 25, 30 et 31 août 1826;

(Pluie, grêle, neige; éclairs d'une extrême vivacité, suivis instantanément d'une détonation. La foudre tomba le 31 sur une perdrix blanche, que les guides de MM. Peytier et Hossard avaient suspendue par une ficelle à un piquet en bois; le bout du piquet se trouva charbonné; une traînée de plumes avait été enlevée sur la perdrix, depuis la tête jusqu'à la queue. Du village d'Arrens l'orage avait paru si fort, qu'on ne s'attendait plus à voir redescendre les observateurs du pic de Baletous.)

§ 6. — Est-on frappé de la foudre avant de voir l'éclair?

Je doute qu'aucun physicien se fût hasardé, il y a peu d'années, à poser publiquement la question qu'on vient de lire. Rien alors ne semblait devoir être plus rapide que la lumière. Une vitesse bien constatée de 80,000 lieues [redacted]

logie ne pouvait qu'y gagner ; je crois aussi que le problème touche, par quelques points, à la physiologie ; il m'a semblé enfin que bien des personnes timides seraient arrachées aux cruelles préoccupations dont elles sont assaillies pendant les orages, s'il était prouvé qu'on n'a rien à craindre de la foudre quand on a vu l'éclair.

Un fermier du Cornouailles, Thomas Olivey, qui fut jeté à terre sans connaissance par un effroyable coup de tonnerre, le 20 décembre 1752, avait si peu entendu le bruit, si peu aperçu la lumière du météore, qu'en revenant à lui, au bout d'un quart d'heure, sa première pensée fut de demander qui l'avait frappé.

Un homme est foudroyé, près de Bitche, le 11 juin 1757. Après qu'il est revenu d'un long évanouissement, l'abbé Chappe lui demande de rendre compte de ses sensations. Voici sa réponse : « Je n'ai rien entendu, je n'ai rien vu. »

Le révérend Antony Williams, recteur de Saint-Keverne (Cornouailles), fut atteint, le 18 février 1770, par le même coup de foudre qui ravagea son église. En revenant à lui, après un long évanouissement, il déclara n'avoir pas vu l'éclair, n'avoir pas entendu le tonnerre.

M. Howard questionna le survivant de deux jardiniers que la foudre avait jetés à terre sans connaissance, en 1807, dans une maison de campagne voisine de Manchester. Cet homme, George Bradbury, déclara positivement n'avoir ni entendu le tonnerre, ni vu l'éclair au moment de l'accident.

Le 11 juillet 1819, le tonnerre tomba sur l'église de

[illegible]-en-[illegible], arrondissement de [illegible] départements des Basses-Alpes : il y eut neuf [illegible] et en blessa quatre-vingt-deux. Le curé de [illegible] trouvait parmi ces derniers. On le ramena [illegible] ment immobile, son surplis était en flammes ; il [illegible] de tous leurs sens l'accident, et déclara aussi [illegible] son attention n'avoir rien vu de ce qui s'était p[assé].

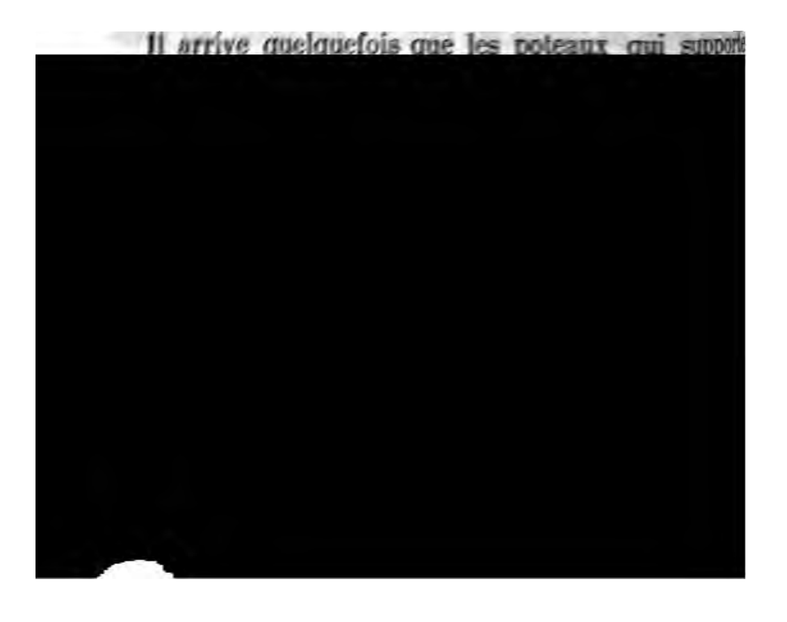
M. [illegible], frappé de la foudre en août 1831, n'a[vait] ni vu l'éclair, ni entendu le bruit du tonnerre.

Un ouvrier, M.-N. [illegible], qui travaillait, en 1780, au clocher de Salisbury, tomba sans connaissance à la suite d'un violent coup de foudre. Quand il fut revenu d'un long évanouissement, il déclara qu'il n'avait point vu l'éclair au moment de sa chute.

CHAPITRE XI.

DES DANGERS QUE CAUSENT LES FILS DES TÉLÉGRAPHES ÉLECTRIQUES.

Il arrive quelquefois que les poteaux qui supporte[nt]



M. Henry, des États-Unis, a cherché à rattacher ces phénomènes aux lois connues de l'électricité. Même par un temps serein, les parties diversement élevées du fil, se trouvant dans des conditions différentes, deviendront la cause de courants allant de la partie élevée à la partie basse du fil.

Un courant analogue prendra naissance lorsqu'une précipitation d'humidité s'opérera avec plus de force à l'une des extrémités du fil, ou bien par le fait d'une pluie d'orage ou de neige.

On peut supposer que l'induction est une cause encore plus fréquente, plus habituelle des courants électriques, provenant d'un nuage qui se meut dans l'atmosphère à peu près parallèlement à la ligne du fil; on doit même admettre que cette cause (l'induction) produit des courants le long des rails du chemin de fer lui-même. Et, en effet, M. Henry rapporte qu'il a vu, dans des circonstances favorables, des étincelles se montrer dans les interstices que laissent entre eux deux rails contigus.

Lorsqu'on veut empêcher, en temps d'orage, les courants induits de produire des effets fâcheux sur l'appareil qui fait les signaux, ou mettre les opérateurs à l'abri de l'action des très-fortes étincelles provenant d'un gros fil, on remplace celui-ci par un fil très-délié.

On a vu souvent, en temps d'orage, de très-petits oiseaux suspendus par la patte aux fils du télégraphe électrique sur lesquels ils étaient allés se reposer. Quant aux gros oiseaux qui jonchent quelquefois le sol le long du fil, ce n'est pas à l'électricité qu'on doit attribuer leur mort, mais bien à ce que ces oiseaux

[illegible] sur le fil qu'ils n'apercevai[illegible]

Au surplus, il sera prudent, en temps d'o[illegible] se tenir à certaine distance du fil du télégraph[illegible] [illegible]; c'est le seul moyen certain d'échapper a[illegible] [illegible] étincelles qui peuvent dépendre, comme nou[illegible] [illegible] le dire, des phénomènes d'induction.

CHAPITRE XLI.

[illegible] À L'AIDE [illegible] A [illegible] LES [illegible] À L'ABRI DES [illegible] DE LA FOUDRE.

§ 1er. — Les anciens moyens de préservation des édifices.

Columelle rapporte que Tarchon croyait s'êtr[illegible] complétement à l'abri des coups de tonnerre en ent[illegible] sa demeure de vignes blanches.

Près de deux mille ans d'expériences ne nous ont [illegible] appris, relativement aux vignes blanches, qui puiss[illegible] tifier les espérances de Tarchon [1].

Au XVe siècle, on plantait une épée nue sur le mât [illegible] chaque vaisseau pour en écarter la foudre. Saint-B[illegible]

rence les lieux élevés. On a cru pouvoir conclure, de ce fait incontestable, qu'un objet quelconque est toujours garanti par un objet plus haut, situé dans son voisinage ; qu'une maison, par exemple, n'a rien à craindre du météore, quand elle est entourée de clochers ; mais on n'a pas réfléchi que des circonstances spécifiques, visibles ou cachées, peuvent compenser, et au delà, les influences d'une plus grande hauteur. Les faits légitiment cette objection.

Le 15 mars 1773, la foudre tomba à Naples sur la maison habitée par lord Tilney, quoique cette maison fût dominée de tous les côtés, à quatre ou cinq cents pas de distance, par les coupoles et les tours d'un grand nombre d'églises. Ajoutons que ces coupoles et ces tours étaient alors mouillées par une abondante pluie.

On pourrait citer cent exemples de laboureurs tués par la foudre précisément à côté de meules de foin ou de tas de gerbes de blé deux ou trois fois plus hauts qu'eux et qui n'avaient pas été frappés [1].

§ 2. — Est-il vrai que des arbres qui dominent une maison à de petites distances, la mettent complétement à l'abri des atteintes de la foudre, ainsi que le prétendent beaucoup de physiciens ?

Si l'on s'en rapporte au témoignage de ceux qui achètent et exploitent de grandes étendues de forêts pour les

1. Les pierres de foudre étaient jadis considérées comme un préservatif contre les effets destructeurs du météore. Il suffisait, dès le début d'un orage, de frapper trois coups, avec une de ces pierres, sur toutes les faces de quelque habitation que ce fût ; ensuite on n'avait rien à redouter ! Il ne faudrait pas aller bien loin, pour trouver encore de nos jours cette absurde pratique en crédit ; un préjugé qui se fait l'auxiliaire de la peur, ne manque jamais d'avoir une longue durée.

besoins du charronnage et de la menuiserie, les arbres sont frappés de la foudre beaucoup plus qu'on ne l'imagine. Lorsqu'on les scie, lorsqu'on en fait des madriers ou des planches, il se montre une multitude de fentes, de fissures, qui évidemment ont eu un coup de foudre pour cause première.

Cette observation concorde avec une remarque que M. de Tristan a déduite de l'observation de soixante-quatre orages distincts et accompagnés de grêle, qui, dans l'espace de vingt-six ans (du 1er janvier 1811 au 1er janvier 1827), occasionnèrent de grands dommages en divers points du département du Loiret, voisins de la forêt d'Orléans. M. de Tristan a reconnu qu'un orage, quand il passe sur une vaste forêt, s'affaiblit notablement.

D'après ces observations, il paraît incontestable que les arbres soutirent aux nuages orageux une partie considérable de la matière fulminante dont ils sont chargés. On peut donc les considérer comme un moyen d'atténuer la gravité des coups foudroyants; mais c'est aller au delà des limites de l'observation, que de les doter d'une vertu préservatrice absolue. Voici, au surplus, des faits qui montreront combien mes doutes sont fondés.

Le 2 septembre 1816, le tonnerre tomba à Conway (Massachusetts) sur l'habitation de M. John Williams, et y produisit de grands dégâts. Cependant, dans le voisinage existaient des peupliers d'Italie, de 18 à 24 mètres de haut, et dont les sommités dépassaient le toit du bâtiment de 9 à 12 mètres. Un des peupliers n'était qu'à 1m.80 de distance du point par lequel le tonnerre pénétra dans la maçonnerie. Aucun de ces arbres n'avait été frappé.

Veut-on une autre preuve de l'inefficacité des arbres comme paratonnerres, ou comme moyen de sûreté pour les habitations qu'ils entourent? Je la trouverai dans les circonstances du coup de foudre qui, le 17 août 1789, frappa la maison de M. Thomas Leiper, près de Chester, aux États-Unis. Ces circonstances, je les extrais d'une Note publiée en 1790 par le célèbre David Rittenhouse.

L'habitation de M. Leiper est établie au bas d'un pli de terrain assez prononcé. Dans la direction de l'ouest, le sol, à la courte distance d'une vingtaine de mètres, est déjà à un niveau plus élevé que le faîte de la maison. Sur ce terrain existe d'ailleurs une allée de grands chênes. L'orage venait de l'ouest; avant de se trouver dans la verticale de la maison, il était donc passé sur des arbres beaucoup plus élevés que les toits, et même que les cheminées. Tout cela demeura sans effet : les arbres restèrent intacts et la maison fut foudroyée [1].

CHAPITRE XLII.

DES MOYENS A L'AIDE DESQUELS ON A PRÉTENDU PRÉSERVER DE LA FOUDRE DES VILLES ENTIÈRES, ET MÊME DE GRANDES ÉTENDUES DE PAYS.

§ 1er. — Procédé des anciens.

Ctésias de Gnide, un des compagnons de Xénophon, raconte, dans un passage qui nous a été conservé par

1. On peut expliquer théoriquement cette anomalie d'une manière satisfaisante, en se rappelant que la colline couverte d'arbres, est un roc aride et sec surmonté de quelques centimètres de terre seulement; que la maison était presque entourée d'eau, qu'on l'avait armée de deux paratonnerres avec leurs accessoires, que plusieurs gouttières de métal allaient du faîte aux fondations.

Ctésias, qu'il avait deux épées, l'une des mai
Parysatis, mère d'Artaxercès, l'autre des mains du ro
même. Puis il ajoute : « Si on les plante dans la terr
pointe en haut, elles écartent les nuées, la grêle et
orages. Le roi, poursuit-il, en fit l'expérience devant
à ses risques et périls. »

Ce passage, sans doute fort curieux, a-t-il réel
toute l'importance qu'on lui a accordée? Il est au
d'hui bien établi, je ne dirai pas qu'une courte épée, m
encore qu'une tige métallique élancée, pointue, pla
sur le faîte d'un bâtiment, n'écarte pas les nuées. A c
égard, on ne peut douter que les Perses ne se soi
trompés : on doit admettre, au moins, que leur opi
était évidemment dénuée de preuves ; ce point une f
reconnu, ne doit-on pas supposer que le médecin d'A
taxercès se rendait aussi l'écho d'une conjecture hasard
sans base solide, quand il dotait son épée d'une secon
propriété, celle d'écarter les orages? En tout cas, et ce
serait pas la première fois que la vérité aurait sou
d'un fâcheux voisinage, faudrait-il s'étonner que l'ex

[redacted]

ches dans les champs pour écarter la grêle et les orages. Hâtons-nous d'ajouter, car sans cela les admirateurs fanatiques de l'antiquité trouveraient dans cette citation une preuve manifeste de l'ancienneté des paratonnerres de Franklin, hâtons-nous d'ajouter que les perches restaient inefficaces, à moins qu'elles ne fussent surmontées de morceaux de papier. Ces papiers ou parchemins étaient sans doute couverts de caractères magiques, puisque Charlemagne, en proscrivant cet usage par un capitulaire de l'an 789, le qualifiait de superstitieux.

§ 2. — Effets des grands feux allumés en plein air.

Certaines expériences de physique ont conduit à supposer que de grands feux enlèveraient aux nuées la majeure partie de la matière fulminante qu'elles charrient. Ces feux deviendraient ainsi (telle est, par exemple, l'opinion de Volta) le meilleur moyen de prévenir les orages ou de les rendre peu redoutables. Voyons si l'observation est venue à l'appui de ces conjectures.

Je laisse entièrement de côté l'idée bizarre que les sacrifices à ciel ouvert des anciens, que les flammes éclatantes des autels et les noires colonnes de fumée qui du corps des victimes s'élevaient dans les airs, que toutes les circonstances enfin des cérémonies destinées, suivant le vulgaire, à désarmer le bras fulminant de Jupiter, constituaient de simples expériences de physique dont les prêtres seuls possédaient le secret, et qui n'avaient, au fond, d'autre but réel que l'affaiblissement ou même l'amortissement graduel et complet des orages. Ce que je vais

rapporter est beaucoup moins fabuleux. Voici un f
je dois à l'amitié de M. Matteucci.

Il existe près de Césène, en Romagne, une p
dans toute l'étendue de laquelle, à 12 kilomèt
ronde, d'après les conseils du curé, les paysans
de 15 en 15 mètres, des tas de paille et de boi
Quand un orage approche, on met le feu à tous c
ceaux de paille. Cette pratique est en usage dep
ans, et depuis trois ans la paroisse n'a pas eu à sou
orages, et depuis trois ans son territoire n'a pas é
et cependant il l'était jadis tous les ans, et cep
dans les trois dernières années, le météore a ra
paroisses voisines.

Trois ans ne sont pas un espace de temps as
pour qu'on puisse encore se prononcer définit
sur la faculté préservatrice des grands feux. A
l'expérience se continue, et on ne manquera pas
le public au courant des résultats qu'elle pourra fo

Lorsque je rappelais, dans l'Éloge de Volta (v
p. 206), les idées de cet illustre physicien sur

[redacted]

cependant je ne pense pas aujourd'hui que la question soit tranchée. Les hauts-fourneaux abondent en Angleterre partout où il y a beaucoup de mines métalliques ; la rareté des orages dans ces localités peut donc tout aussi bien être attribuée à la nature du sol qu'à l'action des énormes feux que nécessite le traitement des minerais. En 1831, lorsque je rédigeais l'éloge de Volta, j'avais négligé une des faces de la difficulté.

Dans l'expérience qui se continue actuellement près de Césène, dans celle du Cornouailles dont je viens de parler, il est question d'apprécier l'effet simultané d'un grand nombre de feux. Quant à un feu unique, quelque considérable qu'il soit, nous pourrons prouver, je crois, que son action ne va seulement pas jusqu'à dépouiller de leur matière fulminante les nuages les plus rapprochés, ceux qui lui correspondent verticalement.

Qu'on se reporte au 1er juillet 1810, au bout de la rue du Mont-Blanc et à l'hôtel Montesson, occupé par le prince de Schwartzenberg. C'étaient le jour et l'emplacement de la fête donnée par l'ambassade d'Autriche à Napoléon et à Marie-Louise. Au milieu de la nuit, une salle de bal immense fut incendiée. Les vastes colonnes de flamme, dont les pompiers ne purent se rendre maîtres, n'empêchèrent pas qu'à la fin de la nuit il n'éclatât un épouvantable orage. Les éclairs se succédaient alors avec une rapidité effrayante et embrasaient le firmament ; le tonnerre grondait sans intermittences ; enfin, il tomba des torrents de pluie qui éteignirent les derniers tisons.

§ 1. — Du bruit du canon considéré comme moyen de dissiper les orages.

Les navigateurs paraissent assez généralement persuadés que le bruit de l'artillerie dissipe les nuées orageuses, et même les nuées de toute espèce, mais ils citent peu de faits authentiques à l'appui de leur opinion. Ce que j'ai recueilli de plus net sur un sujet aussi digne d'étude se trouve, à la date de 1680, dans les *Mémoires du comte de Forbin*, publiés pour la première fois en 1729.

« Pendant le séjour que nous fîmes, dit cet intrépide marin, sur ces côtes (les côtes voisines de Carthagène des Indes), il se formait journellement, sur les quatre heures du soir, des orages mêlés d'éclairs, et qui, suivis de tonnerres épouvantables, faisaient toujours quelques ravages dans la ville où ils venaient se décharger. Le comte d'Estrées, à qui ces côtes n'étaient pas inconnues, et qui dans ses différents voyages d'Amérique avait été exposé plus d'une fois à ces sortes d'ouragans, avait [redacted]

époque cette pratique est-elle née? Je ne saurais le dire avec exactitude; mais tout me porte à penser qu'elle n'est pas très-ancienne. Dans la première Encyclopédie, dont la publication remonte à 1760, je lis à l'article *orage* de M. de Jaucourt: « Nous avons ouï dire plus d'une fois à nos militaires que le bruit du canon dissipe les orages et qu'on ne voit jamais la grêle dans les villes assiégées..... Cet effet du canon ne me paraît pas hors de toute vraisemblance. Après tout, que risquerait-on à faire un essai? quelque quintal de poudre, les frais du transport de quelques pièces de canon, qui ne vaudraient pas moins après avoir été employées à cet usage. Peut-être qu'au moyen de cette espèce de mouvement d'ondulation qu'on exciterait dans l'air par l'explosion de plusieurs canons tirés les uns après les autres, on pourrait ébranler, dissiper les nuages qui commencent à fermenter. »

Il ressort avec évidence de tout ce passage qu'en 1765, l'emploi des canons ou des boîtes à feu, comme moyen de dissiper les orages, n'était pas passé dans la pratique, que les auteurs le recommandaient encore à titre d'important sujet d'expériences; mais, à la date de 1769, on avait fait un pas de plus. Je trouve, en effet, dans le tome VIII de l'*Histoire de l'air et des météores*, qu'en mai 1769, le comté de Chamb, en Bavière, essuya de violents orages; que les campagnes furent ravagées, excepté cependant « celles dont les habitants ont introduit l'usage de faire, aux premiers coups de tonnerre qui se font entendre, des décharges multipliées de boîtes et de petits canons. »

C'est vers la même année, 1769, que M. le marquis

de Chevriers, ancien officier de marine, retiré dans sa terre de Vaurenard (Mâconnais), imagina de combattre le fléau de la grêle de la manière dont il avait vu en mer dissiper, à ce qu'il croyait, les nuées orageuses, c'est-à-dire à l'aide des explosions de l'artillerie. Il consommait annuellement, pour ce seul objet, 100 à 150 kilogrammes de poudre de mine.

Le marquis de Chevriers mourut au commencement de la Révolution; mais les habitants de sa commune, convaincus de la bonté du procédé qu'il avait mis en usage, continuèrent à l'employer. Je trouve dans un Mémoire rédigé sur les lieux par M. Leschevin, commissaire en chef des poudres et salpêtres, qu'en 1806, les boîtes ou les canons étaient en usage dans les communes de Vaurenard, d'Iger, d'Azé, de Romanèche, de Julnat, de Torrins, de Pouilly, de Fleury, de Saint-Sorlin, de Viviers, des Bouteaux, etc. La commune de Fleury se servait d'un mortier qui recevait 500 grammes de poudre à la fois; d'autres employaient des boîtes plus ou moins larges; [redacted]

orages, se fonde jusqu'ici sur une opinion des marins et sur l'observation unique recueillie dans les parages de Carthagène des Indes; mais en matière de météorologie, l'expérience de quelques jours ne semble guère pouvoir servir de base à des conclusions générales. En cherchant dans ma mémoire si je ne découvrirais pas quelque fait qui vînt à l'appui de celui que Forbin rapporte, j'en ai trouvé un qui est précisément tout l'opposé, et, chose remarquable, c'est aussi un amiral du temps de Louis XIV, et ce sont encore les côtes orientales de l'Amérique qui s'y trouvent en jeu.

Transportons-nous par la pensée au mois de septembre 1711, et nous trouverons l'escadre de Duguay-Trouin en vue de Rio-Janeiro. Cette escadre, composée des vaisseaux *le Lys, le Magnanime, le Brillant, l'Achille, le Glorieux, le Mars;* des frégates *l'Argonaute, l'Amazone, la Bellone, l'Aigle*, et de plusieurs navires de moindres dimensions, emploiera toute la journée du 12 à forcer l'entrée de la rade, défendue par la formidable artillerie d'un grand nombre de forts et par celle de quatre vaisseaux et de trois frégates. L'intervalle du 12 au 29 sera, de jour comme de nuit, un combat continuel de mousqueterie et d'artillerie. Des galiotes lanceront des bombes; les Portugais mettront le feu à plusieurs fourneaux de mines; ils feront sauter plusieurs de leurs vaisseaux, ils incendieront beaucoup de magasins, etc. Enfin, le 20, jour de la prise de la place, deux vaisseaux de Duguay-Trouin, *le Brillant* et *le Mars;* la batterie de l'île des Chèvres, composée de cinq mortiers et de dix-huit pièces de 24, feront un feu continuel qui rasera une par-

tie des retranchements de la ville; la nuit, le signal donné par le commandant sera suivi d'un feu général des batteries et des vaisseaux, et cela n'empêchera pas qu'il n'éclate un orage accompagné, dit Duguay-Trouin, des éclats redoublés d'un tonnerre affreux qui se succéderont les uns aux autres sans laisser presque aucun intervalle.

Voilà une expérience dans laquelle se trouvaient assurément réunies toutes les conditions désirables de succès, et cependant mille et mille détonations bien plus intenses que celles des petits canons, des petites boîtes du Mâconnais, n'empêchèrent pas l'orage de naître, et, une fois formé, ne le dissipèrent pas.

Si un seul fait, celui que j'ai emprunté à Forbin, n'a pas semblé démontrer suffisamment que des détonations ont la propriété de dissiper les orages, on pourra bien ne point voir dans le fait isolé que, d'autre part, j'ai tiré des Mémoires de Duguay-Trouin la preuve de la thèse inverse. Sans aucun doute, celui qui aurait sous la main les annales détaillées des dernières guerres y trouverait une multitude de documents propres à éclaircir la question que nous venons de débattre. J'en rapporterai deux qui me reviennent à la mémoire, dans l'espérance qu'ils provoqueront des citations analogues.

Le 25 août 1806 était le jour qu'on avait choisi pour l'attaque de l'île et de la forteresse de Dannholm, près de Stralsund; le général Fririon, afin d'occuper et de fatiguer la garnison suédoise, la fit canonner toute la journée. Malgré ces vives et continuelles décharges d'artillerie, un violent orage éclata sur les neuf heures du soir!

Par une rencontre singulière, *le Duke*, vaisseau anglais

de 90, fut frappé de la foudre en 1793, pendant qu'il se canonnait avec une batterie de la Martinique.

Voici, enfin, le résultat d'un petit travail qui, à défaut d'expériences plus directes, pourra ne pas paraître totalement dépourvu d'intérêt.

Il y a dans le bois de Vincennes, à près de 8 kilomètres de l'Observatoire de Paris, un polygone où l'artillerie s'exerce pendant certains mois de l'année. Ce polygone est armé de 8 pièces de siége tirant de plein fouet; de 4 pièces de siége tirant à ricochet; de 6 mortiers, et enfin d'une batterie mobile de 6 pièces. Les écoles ont lieu, certains jours de la semaine, de sept à dix heures du matin. Le nombre de coups qu'on tire chaque jour est d'environ 150. Comme leur retentissement est encore très-fort à l'Observatoire, il m'a semblé que, s'il exerce sur l'atmosphère l'influence à laquelle croient tant de personnes, le ciel doit être plus rarement couvert les jours de tir que les autres jours de la semaine. Telle est l'idée que j'ai soumise à une discussion minutieuse.

M. le général Duchan, commandant de l'école de Vincennes, a bien voulu, à ma prière, faire dresser le relevé des jours où il y a eu tir de l'artillerie, depuis 1816 jusqu'en 1835. Le nombre total de ces jours s'est trouvé de 662.

Les registres météorologiques de l'Observatoire m'ont donné pour chacun des 662 jours d'école l'état du ciel à neuf heures du matin. Dans ces 662 jours, il s'en est rencontré 158 pendant lesquels le ciel, à neuf heures, était entièrement couvert. Sans le tir du canon, ce nombre aurait-il été plus considérable?

Il m'a semblé que je mettrais la solution du problème à l'abri de toute contestation, en faisant pour chaque veille de jour d'école et pour chaque lendemain le recensement météorologique dont je viens de parler, et en prenant la moyenne des deux nombres pour l'état normal météorologique des jours d'école, je veux dire pour cet état dégagé de toute influence possible du bruit de l'artillerie. Les résultats ont été :

Parmi les 662 veilles de jours d'école, 128 jours couverts;

Parmi les 662 jours d'école, 158 jours converts;

Parmi les 662 lendemains des jours d'école, 146 jours couverts.

La moyenne de 146 et de 128 ou 137 est tellement inférieure à 158, qu'on serait tenté d'en conclure qu'au lieu de dissiper et de chasser les nuages, le bruit de l'artillerie les condense et les retient; mais je sais très-bien que les nombres sur lesquels j'ai opéré ne sont pas assez forts pour permettre d'aller jusque-là. Je me bornerai seulement à dire que, relativement aux nuages com-

ère ne devînt exceptionnellement couverte par suite refoulement des nuages qui, sans le tir, se maintienlient au zénith du polygone. En tous cas, il sera indisnsable de joindre aux observations de chaque jour cole les observations de la veille et celles du lendein, faites bien exactement toutes trois aux mêmes ures. Si l'on se contentait de noter les variations de nps pendant la durée du tir, on courrait évidemment risque d'attribuer aux détonations de l'artillerie le ingement dans l'état du ciel qui, presque tous les tins, se manifeste à mesure que le soleil s'élève sur orizon [1].

CHAPITRE XLIII.

EST-IL UTILE OU DANGEREUX DE SONNER LES CLOCHES EN TEMPS D'ORAGE?

Je vais examiner cette importante question, sans me soccuper des décisions tranchantes de divers corps vants, administratifs ou judiciaires [2], mais aussi sans cune disposition à penser que les croyances généralement répandues ne sauraient manquer d'être appuyées r des bases solides.

Il n'y a qu'un pas de l'opinion que nous venons de

1. Dans les 662 jours d'école de Vincennes, on a compté en jours rfaitement sereins :

Les veilles des écoles. . . .	83
Les jours d'école.	84
Les lendemains.	80

2. En 1747, l'Académie des Sciences elle-même regardait comme ngereux « de sonner les cloches ou d'exciter quelque autre vio-

discuter, et suivant laquelle le bruit de l'artillerie déchirerait les nuages, les morcellerait, les détruirait, et transformerait rapidement le ciel le plus nuageux en un ciel d'azur, à la supposition que le même effet doit résulter du retentissement prolongé d'une grosse cloche. Mais est-ce bien par cet ordre d'idées qu'on a été conduit à mettre les cloches en branle avec l'espérance de dissiper ainsi les orages? J'oserais d'autant moins l'affirmer, que quelque érudit découvrira peut-être que l'usage de sonner les cloches est antérieur à l'invention de la poudre. On sera plus dans le vrai, je pense, si l'on cherche l'origine de cette singulière pratique dans des considérations religieuses.

Les cloches sont toujours bénies en grande pompe, quand on les met en place. Voici un extrait des oraisons dont, suivant le rituel de Paris, les églises retentissent dans ces cérémonies :

« Bénissez, ô mon Dieu, etc..... et que toutes les fois qu'elle sonnera elle chasse au loin les malignes influences [redacted]

« O Dieu, qui par le bienheureux Moïse, etc..... puis-
nt ainsi être repoussées au loin les embûches de notre
nemi, le fracas de la grêle, la tempête des tourbillons
vent et la furie des ouragans; que les tonnerres désas
ux perdent de leur violence, etc.....

« O Dieu tout-puissant et éternel, etc..... faites que le
de cette cloche mette en fuite les traits de feu de l'en-
mi des hommes, les coups de la foudre, la chute rapide
pierres, les désastres des tempêtes, etc..... »

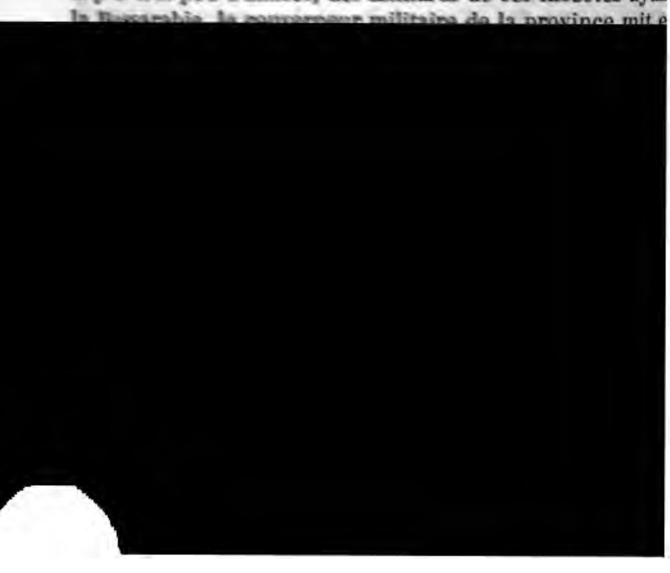
La cause, toute religieuse, que nous venons d'assi-
er à la coutume de sonner les cloches en temps
rage n'est peut-être pas la seule qu'on puisse citer;
n aurai-je pas signalé une seconde, non moins puissante,
rappelant combien les hommes ont toujours éprouvé
besoin de s'étourdir par le bruit quand ils avaient
ur? Voyez le poltron dans l'obscurité : il chante; voyez
e ville en proie à la guerre civile, on y sonne le toc-
bien plus longtemps que cela eût été nécessaire
mme signal, comme avertissement? Les peuples sau-
ges, dans toutes les régions du globe, poussent aussi
s clameurs assourdissantes pour faire cesser l'éclipse
soleil ou de lune qui les effraie [1].

1. Il faut avouer qu'en prenant ainsi le bruit comme une sorte
panacée, on est arrivé à une découverte singulière que je consi-
rai ici sans aucun scrupule, malgré son peu de liaison avec la
estion du tonnerre; il suffira pour qu'on m'excuse que cette
couverte puisse être utile.
Thomas Gage rapporte dans ses Voyages, que les populations
éricaines avaient recours à de grands bruits pour écarter un
u moins redoutable en apparence que la foudre, mais en fait
ucoup plus destructeur.
Vers le milieu du siècle dernier, Gage se trouvait à Mixco, au-

J'emprunterai ce qu'on peut dire de plus spéci
point de fait, sur le danger qu'il y aurait à son
cloches pendant les orages, à un ancien volu
Mémoires de l'Académie des sciences. Durant la nu
au 15 avril 1718, dans l'espace compris entre Lan
et Saint-Pol de Léon, en Bretagne, le tonnerr
sur vingt-quatre églises, et précisément, dit Fon
sur celles où l'on sonnait pour l'écarter. M. Des
qui transmit ces détails à l'Académie, ajoutait

dence de [illegible], lorsqu'une épaisse nuée de sauterell
sur ce canton et le menaça d'une ruine complète. Au l
ployer contre ces insectes les moyens compliqués et assez
coûteux auxquels on a quelquefois recours dans le midi de la
les magistrats firent prendre aux habitants, des tambo
trompettes, des cors, etc.; la population tout entière s'av
suite vers le territoire envahi, en faisant retentir l'air du
ces divers instruments. Le bruit suffit pour chasser les sa
On les poussa ainsi jusqu'à la mer du Sud, où elles trouvè
tombeau !

Ce moyen de chasser les sauterelles est également em
Valachie, en Moldavie, en Transylvanie (*Transac. philos.*,
Il y a très-peu d'années, des milliards de ces insectes ayan



[redacted]

églises voisines où l'on ne sonnait pas furent épargnées. »

L'observation a été rapportée d'une manière trop laconique. Les orages ravagent quelquefois de longues zones de terrain très-étroites; n'en fut-il pas ainsi en Bretagne? Les églises épargnées ne se trouvèrent-elles pas en dehors de la direction parcourue par les nuées orageuses? Dans les clochers où l'on sonnait, la mort ou les graves blessures des sonneurs constatèrent, sans aucune équivoque, la chute du météore; ailleurs, tout le dégât s'étant peut-être réduit à de légères lézardes dans les murs, ou à la chute de quelques plâtras, faudrait-il s'étonner qu'il n'eût point été remarqué? Quelles étaient, au surplus, les hauteurs comparatives des clochers foudroyés et des clochers non foudroyés, etc., etc.?

En présence de toutes ces incertitudes, l'observation de M. Deslandes n'a pas, on doit en convenir, le caractère d'une véritable démonstration; la science ne peut guère enregistrer la conséquence qu'on en a déduite qu'à titre de simple probabilité [1].

On argumenta beaucoup, en août 1769, contre l'usage de mettre les cloches en branle quand le tonnerre gronde, de la chute de la foudre sur le clocher de Passy, où l'on n'avait pas cessé de sonner; mais, toute vérification faite, il fut reconnu que, pendant la longue durée de l'orage, on ne sonnait pas avec moins d'ardeur à Auteuil et à

1. Les nombreux et graves désastres du 15 avril 1718, ne firent aucun tort à la réputation des cloches dans l'esprit du peuple bas-breton : le 15 avril 1718 était le vendredi saint; ce jour-là les cloches doivent rester muettes; fallait-il donc s'étonner, se dit-on, que ceux qui en les mettant en branle avaient enfreint un des préceptes de l'Église, en eussent été punis?

Chaillot, et cependant les clochers de ces deux co
munes, entre lesquels se trouvait compris le clocher f
droyé de Passy, n'éprouvèrent aucun dommage[1].

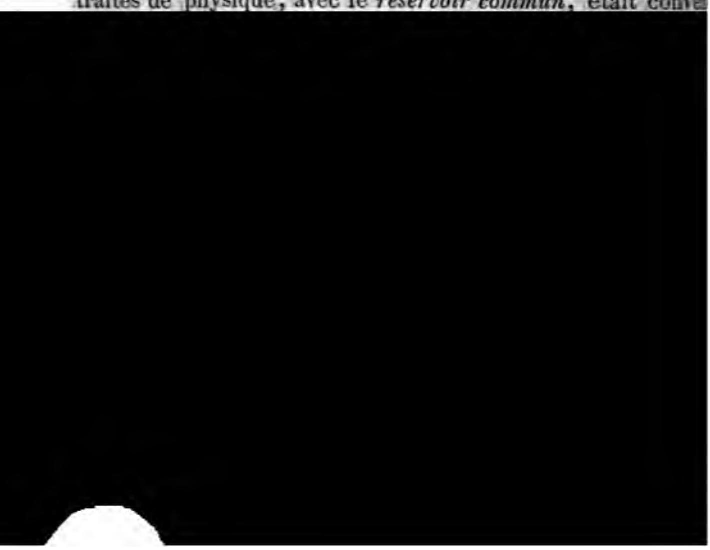
En résumé :

Dans l'état actuel de la science, il n'est pas pro
que le son des cloches rende les coups de foudre
imminents, plus dangereux ; il n'est pas prouvé q
grand bruit ait jamais fait tomber la foudre sur des b
ments que, sans cela, elle n'aurait point frappés.

Toutefois, il faut recommander fortement de ne
mettre les cloches en branle, dans l'intérêt des sonne
Le danger qu'ils courent est, proportion gardée,
des imprudents qui, en temps d'orage, se réfugient

1. En 1781, l'abbé Needham, de Bruxelles, crut avoir prouv
des expériences de cabinet, que la sonnerie des cloches est
lument sans résultat, qu'elle ne fait ni bien ni mal.

M. Needham fit construire un simulacre de clocher en bo
1 mètre de haut, dans lequel il suspendit une cloche de 15
mètres de diamètre, susceptible d'être mise en branle à l'aide
manivelle. Au sommet du clocher existait une boule méta
dont la communication avec le sol, ou, comme on dit dan
traités de physique, avec le *réservoir commun*, était conve



grands arbres. La foudre frappe les objets élevés, et suit les sommets des clochers; la corde de chanvre -chée à la cloche, et ordinairement imbibée d'humi-, conduit la décharge jusqu'à la main du sonneur; à tant d'accidents déplorables [1]. Remarquons que si orde, sèche ou humide, ne touchait pas à terre, me c'est ordinairement le cas, la matière fulmi-te, après être parvenue à l'anneau de son extrémité ieure, pourrait bien en très-grande partie revenir ses pas, remonter au sommet du clocher et se dissi-dans l'espace. D'après cette vue, il ne serait point is de conclure de l'absence de tout dégât à l'inté-r d'un clocher, qu'un sonneur n'y aurait pas été tué.

—

riques, qu'il ne rendait point la distance explosive double; pour être autorisé à affirmer que le bruit n'avait absolument in effet, il aurait fallu, je crois, passer de la distance de 7 mil-tres à la distance de 14 millimètres, non brusquement, comme l'observateur de Bruxelles, mais par des nuances insensibles. petites masses électrisées, les deux boules de cuivre que edham mettait en présence, étaient l'une et l'autre des corps . Dans l'atmosphère, au contraire, nous voyons des nuages ts que les vibrations de l'air pourraient assez modifier dans forme pour faire changer sensiblement la tension électrique face tournée vers la terre. L'expérience de M. Needham, dans pplication possible aux sonneries en temps d'orage, aurait eu rand prix si elle avait donné un résultat positif : avec une se négative elle me paraît être à peu près sans valeur météo-ique.

Je joindrai encore le récit d'un de ces accidents à ceux qu'on ouvés à la page 266, car de pareilles citations sont le meilleur en de guérir les sonneurs de cloches de leur dangereuse manie : 31 mars 1768, la foudre étant tombée sur le clocher de Cha-, près de Valence en Dauphiné, y tua deux des jeunes gens s'y trouvaient réunis pour sonner les cloches, et en blessa griè-ent neuf.

En remarquant la réserve que j'ai mise à m'expliquer sur l'utilité vraie ou imaginaire de sonner les cloches en temps d'orage, on sera étonné de voir l'assurance avec laquelle certaines autorités administratives se prononçaient à ce sujet. Je vois, en effet, dans un arrêté de M. de Marcillac, préfet de la Dordogne, en date du 1er juillet 1844, « que l'opinion suivant laquelle le son des cloches aurait la vertu d'écarter la foudre ou d'en paralyser les effets n'est fondée que sur la superstition, et que le moyen *doit infailliblement amener la chute du météore...* » On voit, par ce passage, que la fausse science n'est pas moins dangereuse que l'ignorance complète, et qu'elle conduit *infailliblement* à des conséquences que rien ne justifie.

CHAPITRE XLIV.

DES PARATONNERRES MODERNES.

[redacted]

Ainsi, c'est dans ces parties que les moyens préservatifs, quels qu'ils soient, doivent être établis.

Toutes choses égales, la foudre se porte de préférence sur les métaux. Lorsqu'une masse de métal occupera le point culminant d'une maison, on sera donc à peu près certain que la foudre, si elle tombe, ira la frapper.

La foudre qui a pénétré dans une masse métallique, ne produit de dégâts qu'au moment de sa sortie et aux environs des points par lesquels cette sortie s'opère. Une maison sera donc garantie, du faîte aux fondations, si les pièces métalliques du toit se prolongent sans solution de continuité jusqu'à terre.

La terre humide offre à la matière fulminante dont une barre métallique s'est imprégnée, un écoulement facile, un écoulement qui s'opère sans effort, sans détonation, sans dégât d'aucune sorte, lorsque cette barre plonge un peu profondément dans la terre. En enfonçant jusqu'au sol toujours humide, la barre continue qui avait déjà préservé de tout dégât la portion extérieure d'un édifice, on préservera de même les fondations, ou en général l'ensemble des parties souterraines de la bâtisse.

Quand il y a sur le toit, sur le faîte d'un édifice plusieurs masses métalliques distinctes, complétement séparées les unes des autres, il est difficile et même impossible de dire laquelle de ces masses sera foudroyée de préférence; car le point de départ des nuées orageuses, le sens et la vitesse de leur propagation, ne doivent pas, à beaucoup près, être sans influence. Le seul moyen de sortir d'embarras est d'unir toutes ces masses entre elles par des tringles de fer, de cuivre, ou par des bandes de

plomb, de zinc, etc., de manière qu'on ne puisse d'aucune d'elles qu'elle ne communique point mé-quement, si l'expression m'est permise, avec la b destinée à transmettre la foudre au sol humide, et q descend le long d'un des murs verticaux de l'édifice.

Nous voilà arrivés, par la seule observation, sans emprunter à la théorie, à un moyen simple, uniforme rationnel de garantir les bâtiments, grands et petits, des effets de la foudre. Chacun doit comprendre mainten le mode d'action, l'office de la barre qui descend jusqu' terre et s'y enfonce plus ou moins profondément; chacu comprend pourquoi cette barre a pris le nom de conduc teur.

Sans quitter ce même sujet, nous allons revenir un moment sur nos pas, mais seulement pour examiner des questions de quantité et de forme.

A quelles distances des plaques de métal distribuées sur le toit d'un édifice doivent-elles être les unes des autres, pour qu'il y ait certitude qu'aucun point intermé-diaire ne sera directement foudroyé? Cette question ne

[redacted]

tre avec un conducteur convenable, on aura fait
ue la prudence la plus timide pouvait comman-
se garantir de la foudre.
nducteur convenable, j'entends d'une part celui
nce dans le sol jusqu'au terrain humide, et de
n conducteur assez massif pour transmettre les
nts coups de foudre sans se fondre.
lversaires des paratonnerres ont beaucoup argu-
contre ces appareils, de l'ignorance où l'on est,
ance où l'on restera peut-être longtemps encore
le maximum d'effet qu'un coup de foudre peut
, touchant dès lors le maximum de dimension
donner aux conducteurs. La difficulté, quoi-
e, n'a vraiment rien qui doive arrêter aujour-
la dimension des conducteurs est empruntée à
ice, si celle qu'on adopte a résisté aux plus
oups de foudre que les hommes aient enregistrés
ois ou quatre siècles, que peut-on raisonna-
exiger de plus? De quoi s'inquiète l'ingénieur,
arrête la hauteur et la largeur des arches d'un
la voûte d'un aqueduc, de la section d'un
c.? Il compulse les archives de la science, il se
que peu en dessus des dimensions qui lui sont
r les plus fortes crues, par les plus abondantes
l'on ait jamais observées; il remonte ainsi la
s temps le plus loin que faire se peut, mais
réoccuper des bouleversements, des révolutions
, des cataclysmes, antérieurs aux époques his-
dont les seuls géologues sont parvenus à saisir
et à mesurer l'importance. Le constructeur de

[illegible] ne saurait être tenu à plus d'attent [illegible]

[illegible]

[illegible] ne se composent pa [illegible] cation immédi [illegible] qui, dans tout état de [illegible] intégrante des édifi [illegible] entrées dans leur cons [illegible] préservatrices auxquelle [illegible] élancées, placée [illegible] on les termine même [illegible] inoxydables et très-effi [illegible] de ces dispositions [illegible] à les mettre en é

[illegible] d'un de ces parat [illegible] de le dire, de tig [illegible] soit brisé en un poi [illegible] compris entre les deux [illegible] être à volonté étend [illegible] cette lacune, cette so



entendrez des détonations bruyantes comme des coups de pistolet[1].

En quoi consiste la matière qui s'élance ainsi de l'extrémité supérieure de la lacune du conducteur sur l'extrémité inférieure?

La matière fulminante s'écoule quelquefois sans détonation; elle engendre des lumières continues (Castor et Pollux) dont l'apparition est seulement accompagnée d'un léger sifflement; il en est exactement de même de la matière dont l'écoulement se fait à travers la lacune du conducteur.

Supposons une émission subite de lumière, et il y aura détonation dans la lacune du conducteur, tout comme quand la foudre éclate au milieu des nuages.

La matière de la foudre fond les métaux; la matière qui traverse le conducteur liquéfie également les fils déliés qui se trouvent sur son passage.

L'étincelle émanant du conducteur transforme un mélange d'oxygène et d'azote en acide nitrique; nous avons vu que la foudre engendre aussi cet acide en traversant l'atmosphère.

1. Si des expériences *ad hoc* n'avaient pas depuis longtemps constaté la réalité de ces phénomènes, le hasard les aurait aussi fait découvrir. Dernièrement, le capitaine Winn, commandant d'une frégate anglaise, remarqua, au moment d'un orage, qu'il y avait, par accident, dans le conducteur de son paratonnerre une solution de continuité d'environ 25 millimètres; tant que l'orage dura, c'est-à-dire pendant deux heures et demie, l'intervalle en question resta couvert d'étincelles vives et presque continuelles.

Déjà les traités de météorologie faisaient anciennement mention d'un vaisseau anglais dont le conducteur était aussi interrompu et sur lequel l'équipage, pendant trois heures consécutives, vit avec effroi un jet de flamme remplir tout l'espace où le métal manquait.

Un coup de foudre donne des pôles aux barreaux d'acier; il renforce, détruit ou renverse souvent les pôles dont ces barreaux avaient été antérieurement doués par les procédés ordinaires de l'aimantation; tout cela s'exécute à volonté, à l'aide des étincelles intermittentes du conducteur; les changements d'effet (renforcement ou renversement) dépendent exclusivement de la situation de l'aiguille par rapport à l'étincelle.

Les coups fulminants tuent les hommes et les animaux, quand les deux bouts du conducteur sont très-éloignés; quand l'étincelle doit être très-longue et que dans sa course elle se dévie, malheur à l'homme qu'elle va frapper; malheur surtout, lorsque la partie inférieure du conducteur est supprimée, à ceux qui par leur position peuvent le remplacer et en faire l'office [1].

Tant de points de ressemblance ne permettent guère

1. Il ne sera pas hors de propos de placer ici une description succincte du conducteur [illegible] à côté duquel le célèbre physicien Richmann fut tué à Pétersbourg, le 6 août 1753.

uter que la matière lumineuse, sifflante, détonante,
. lacune du conducteur, que la matière capable
rer des fusions, d'engendrer des combinaisons
ques, d'aimanter et de désaimanter des aiguilles
r, de tuer des hommes et des animaux, ne soit
chose que de la matière fulminante enlevée aux
s orageux par l'intermédiaire de l'appareil. Les
onnerres, tels qu'on les construit aujourd'hui, ont
outre la propriété que nous leur avons déjà recon-
elle de dépouiller peu à peu les nuées orageuses de
tière fulminante dont elles sont chargées, de la con-
silencieusement, par l'intermédiaire du conducteur,
les entrailles de la terre.

pposons que la matière fulminante accumulée dans
iages ne soit pas susceptible d'une régénération
, et il en résultera que les paratonnerres doivent
uer l'intensité des orages, le nombre, la force et la
té des coups foudroyants.

s le cabinet, la chaîne descendra verticalement du milieu du
d, à travers une ouverture à parois vitreuses.
semble de ces dispositions et surtout l'emploi des matières
es, devaient avoir et avaient en effet pour résultat de con-
r la matière fulminante dans l'appareil, d'empêcher qu'elle
ppât autrement que par le conducteur dont Richmann faisait
et que de temps à autre il approchait de l'extrémité de la
pendante afin d'en tirer des étincelles.
bien, le 6 août 1753, pendant que le savant professeur dispo-
s moyens d'observations, une langue de feu bleuâtre se déta-
u bout de la chaîne, produisit une détonation semblable à
d'un coup de pistolet, et alla droit à la figure de Richmann, en
urant une distance de 3 décimètres au plus. Richmann tomba
mort sur le coup. Le graveur Sokolow, qui se trouvait à côté
i, tomba aussi, mais il revint à la vie après un évanouisse-
de quelques instants.

Je vais au-devant d'une difficulté que pourraient faire ceux qui n'ont pas de notions suffisantes de la physique moderne. Nous nous sommes servi de conducteurs en certains points desquels il y avait des solutions de continuité; est-il démontré que des conducteurs continus ont aussi le privilége de s'imprégner de la matière fulminante des nuages et de la transmettre au sol?

L'affirmative n'est pas douteuse; mais ici nous ne pouvons pas recourir à des preuves empruntées aux sens de la vue et de l'audition, puisque tout se passe sans développement de lumière et en silence. Veut-on cependant s'assurer qu'en temps d'orage le conducteur continu transmet quelque chose? qu'on en approche transversalement une aiguille, et elle s'aimantera tout comme elle le faisait sous l'action des étincelles remplissant la lacune. On n'a qu'à diminuer suffisamment sa masse, sans cependant le briser en aucun point, et une auréole de lumière sifflante l'entourera quelquefois dans toute sa longueur. Quand l'orage est très-fort, cette lumière apparaît, sans même que la masse habituelle du conducteur ait besoin d'être amoindrie.

ère lumineuse et à un bruit semblable à celui de l'eau bout très-fortement.

'arvenus à ce point, nous pourrons étudier l'influence isolement, de la hauteur et de la forme de la tige de supérieure ou du paratonnerre proprement dit. La ıre de cette influence sera le nombre d'étincelles qui erseront une lacune donnée du conducteur, dans des onstances atmosphériques données et dans un temps ement donné.

e nombre de ces étincelles s'accroît rapidement quand uteur de la tige augmente; il diminue, au contraire, vite, lorsqu'à égalité de hauteur la tige est entourée ı plus forte raison, dominée par des objets peu éloi-; il ne peut donc pas y avoir le moindre doute sur nvenance d'employer des paratonnerres très-hauts et s placer sur des points culminants des édifices : c'est qu'on donne tout le développement possible à la lté dont ces appareils jouissent d'atténuer l'intensité orages.

'influence des formes semblait plus difficile à consta-Les uns voulaient que la tige se terminât en boule; tres, d'après Franklin, préconisaient les pointes très-ës; une expérience que, par parenthèse, je ne vois nulle part, éclaircira la question.

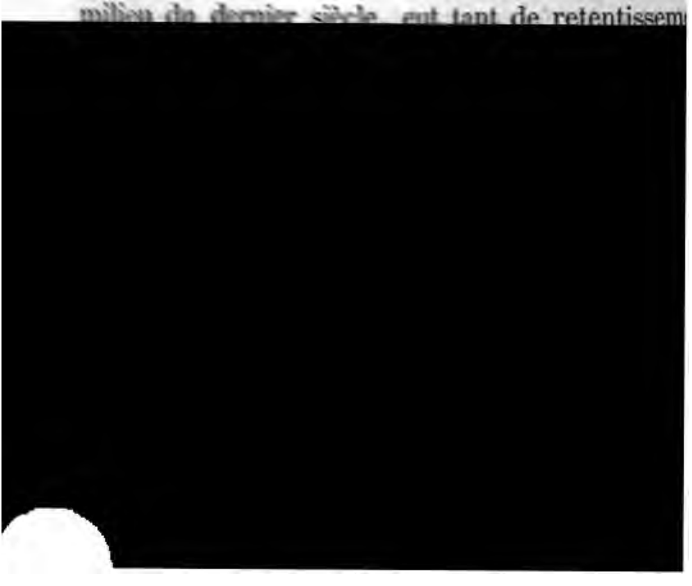
n 1753, Beccaria établit sur le toit de San-Gioanni-io, à Turin, une barre de fer qui était maintenue vers as par des arcs-boutants formés de ces substances iculières qui transmettent difficilement la foudre. ıe petite distance de l'extrémité inférieure de cette e de fer commençait le conducteur. La partie la plus

élevée de la barre partait une pointe métallique q
qu'on pouvait, à volonté, tourner vers le ciel et da
la terre, en tirant seulement un cordon de soie.

La pointe étant renversée, l'appareil ne donn
d'étincelles; on dirigeait subitement la pointe v
ciel, peu d'instants après les étincelles paraissai
tournait de nouveau la pointe vers la terre, plus d
celles.

Dans certaines circonstances atmosphériques, l'
reil donnait des étincelles quelle que fût la position
pointe; mais alors même on voyait facilement q
étincelles étaient plus fortes et plus fréquentes l
la pointe était en haut que lorsqu'elle était en bas.

Cette expérience (il serait bien utile de la ré
montre, sans équivoque, combien une tige pointue
d'action qu'une tige obtuse pour enlever graduell
aux nuées orageuses la matière fulminante dont ell
chargées. Elle semble devoir trancher définitiveme
faveur des paratonnerres en pointe, le procès qui,
milieu du dernier siècle, eut tant de retentissem



et habile physicien avait dressé à Turin, sur deux
its du palais de Valentino fort éloignés l'un de l'autre,
x gros fils métalliques rigides, maintenus en place à
le de corps de certaines natures que les physiciens
ellent corps isolants. Chacun de ces fils était peu
gné d'un autre fil métallique ; mais celui-ci, au lieu
tre isolé, descendait le long du mur du bâtiment jus-
au sol, où il s'enfonçait assez profondément. Le pre-
r fil, comme on voit, était le paratonnerre ; le second,
conducteur. Eh bien, en temps d'orage, de vives
celles, je pourrais dire des éclairs de la première
èce, jaillissaient sans cesse entre les fils isolés supé-
urs et les fils inférieurs non isolés. L'œil et l'oreille
saient à peine à saisir les intermittences : l'œil
percevait aucune interruption dans la lumière ; l'oreille
endait un bruit à peu près continu.

Aucun physicien ne me démentira, quand je dirai que
aque étincelle prise isolément eût été douloureuse ; que
réunion de dix aurait suffi pour engourdir le bras ; que
nt eussent peut-être constitué un coup foudroyant. Cent
incelles se manifestaient en moins de dix secondes ;
nsi, chaque dix secondes, il passait d'un fil au fil cor-
spondant une quantité de matière fulminante capable
tuer un homme ; en une minute six fois autant ; en
e heure soixante fois plus qu'en une minute. Par heure,
aque tige métallique du palais de Valentino arrachait
nc aux nuées, en temps d'orage, une quantité de
tière fulminante capable de tuer 360 hommes. Il y
ait deux de ces tiges : le chiffre 360 doit donc être
ublé ; nous voilà déjà au nombre 720. Mais le Valen-

[illegible]

[illegible]

dans la classe très-nombreuse de ceux où des
es ont été tués à côté de barres métalliques inter-
ies, je veux dire de barres qui n'étaient pas en
unication immédiate avec la terre; mais ici tout
ce qu'il n'y eut pas de coup foudroyant extérieur [1];
a barre qui s'élevait sur le toit de la maison de
nann à 1m.50 seulement de hauteur, la chaîne, la
le inférieure, s'étaient silencieusement chargées de
tière de la foudre; elles avaient peu à peu, et non
manière brusque, enlevé cette matière aux nuages;
quantité soutirée ainsi s'était trouvée suffisante pour
un homme, pour en renverser un second sans con-
nce, pour fondre une certaine longueur de tringle
r, pour produire dans plusieurs pièces de l'apparte-
du célèbre physicien de Pétersbourg de notables
s.

présence de ces faits, j'attache peu de prix, je
e, aux considérations théoriques d'après lesquelles
étend réduire à des atomes la matière fulminante
es paratonnerres peuvent arracher aux nuages. Ces
s, puisque atomes il y a, auraient en tout cas la
d'enfoncer les portes, de briser et de déplacer les
les, de lézarder fortement les murs et de tuer les
es.

es paratonnerres, disent les dissidents, ont la faculté

[1] ans une relation publiée par M. Lomonosow quelque temps
a mort de Richmann, il était question de traits de feu que
rs voisins du savant physicien virent se diriger des nuages
barre du toit au moment même où le malheur arriva. Ces
ations pourraient être contestées ; en tout cas, personne n'a
lu avoir vu et entendu un véritable coup de tonnerre.

[illegible]

[illegible]

parle d'un orage du 28 septembre 1773, qui it simultanément l'espace compris entre Padoue, Venise, et s'étendait bien au delà, qui dura plus ures, qui, pendant cette durée et partout où il nettait le ciel tout en feu. Supposons que les régions de cette immense nappe de nuages se t dans une certaine dépendance; que l'état ful- chaque partie était lié à l'état fulminant moyen nble, et personne ne pourra imaginer que les paratonnerres renfermés dans l'enceinte de la adoue exerçaient une action assez puissante pour rtout les coups de foudre impossibles. Quand, ire, les nuées orageuses occupent un espace et aussi dans certaines répartitions spéciales de e fulminante à leur surface, les effets amortis- n très-petit nombre de paratonnerres peuvent npts et efficaces. Plusieurs physiciens, entre aldo, assurent avoir vu deux fois à Nymphen- Allemagne, des nuées orageuses d'où partaient nent les plus vifs éclairs, s'avancer vers le châ- être plus, après avoir dépassé les paratonnerres, uées orageuses, que des nuées où n'apparaissait lumineux, que des charbons éteints, car c'est on dont Toaldo s'est servi.

35, M. Cosson, curé de Rochefort, écrivait à rtholon que, le 4 décembre, un nuage « qui jetait d'éclairs, et dans lequel grondait le tonnerre, nquille et ne donna plus que quelques lueurs les aussitôt après que le vent d'ouest l'eut fait -dessus du paratonnerre de l'église. » Les vives

aigrettes qui brillaient à la pointe du paratonnerre de Rochefort montraient clairement qu'il exerçait une forte action; cependant, en l'absence de la déclaration du curé, nous n'aurions pas osé affirmer qu'un seul paratonnerre avait suffi pour enlever presque complétement au nuage son caractère orageux.

La propriété des paratonnerres, à laquelle nous venons de consacrer tant de pages, est d'autant plus développée que leur tige a plus de hauteur. Rien ne le prouve mieux que les nombreuses expériences faites avec des cerfs-volants, et, dans ce genre, rien n'a approché des résultats obtenus à Nérac par notre compatriote de Romas.

Cet intrépide physicien lança dans les airs, à des hauteurs de 130 à 160 mètres (4 à 500 pieds), un cerf-volant dont la corde était, comme les grosses cordes de violon, entourée d'un fil métallique. Pendant un orage très-médiocre, à peine accompagné de quelques légers coups de tonnerre, Romas tira de l'extrémité inférieure de la corde de son appareil, non plus de simples étincelles,

[redacted]

l, transformèrent aussi des nuages orageux en
rdinaires.

CHAPITRE XLV.

DES PARAGRÊLES.

ɔservations rapportées dans le chapitre précé-
raient une large et brillante carrière dans la-
est regrettable qu'on ne soit pas entré. La
ı de la grêle semble incontestablement liée à
ıce dans les nuages d'une abondante quantité
ère fulminante. Soutirez cette matière, et la
naîtra point, ou bien elle restera à l'état rudi-
, et vous ne verrez plus tomber sur la terre que
inoffensif. Doute-t-on des grands avantages que
ure retirerait, dans certains pays, de la dispari-
orages à grêle? Voici ma réponse : En 1764, un
éclairé du midi de la France écrivait ces lignes
ıcyclopédie : « Il n'y a pas d'année où la grêle ne
ı moitié, quelquefois les trois quarts des diocèses
:, Comminges, Conserans, Auch et Lombez. » Le
ge du 13 juillet 1788 frappa en France mille
uf communes. Une enquête officielle porta le
25 millions de francs.
; très-bien que la manœuvre du cerf-volant n'est
ıpte de danger; que l'orage naît, se développe,
ɜ par un temps généralement calme; que le vent
luquel l'appareil pourrait être lancé dans les airs
ıence à souffler qu'au moment où la pluie et la
ıbent déjà, etc. Aussi n'est-ce pas de cerfs-volants

qu'on devrait, suivant moi, se servir. Je voudrais qu'on employât des aérostats captifs pour cette grande et belle expérience; je voudrais qu'on les fît monter beaucoup plus haut que les cerfs-volants de Romas. Si en dépassant d'une centaine de mètres la couche atmosphérique où s'arrêtent ordinairement les extrémités des paratonnerres, de petites aigrettes deviennent des langues de feu de 3 à 4 mètres de long, que n'arriverait-il pas lorsque tout le système, suivant les circonstances, s'étant élevé trois, quatre... dix fois plus, irait presque effleurer la surface inférieure des nuées; lorsque aussi, et cette particularité a de l'importance, la pointe métallique soutirante qui serait en communication avec la longue corde demi-métallique faisant les fonctions de conducteur, étant fixée vers la partie supérieure du ballon, se présenterait aux nuages à peu près verticalement ou dans la position d'un paratonnerre ordinaire. Il n'y a rien de trop hasardé à supposer que, par ce système, on parviendrait à faire avorter les plus forts orages. En tout cas, une

demi. Aussi, dès l'apparition de l'annuaire de 1838, propriétaires des départements de Saône-et-Loire et la Côte-d'Or témoignèrent-ils le désir de se réunir mettre en pratique le moyen que j'avais proposé. Berthelier de Chaussailles voulut bien me consulter les moyens de vaincre les obstacles qui devaient se ésenter pour la réalisation de ce projet. Les doutes qui sont élevés depuis sur l'origine électrique de la grêle, difficultés qu'on a opposées à la théorie de Volta, m'ont uvé qu'il fallait commencer par l'examen de la question météorologique. Mais cet examen, je n'ai pas eu, ns le pays que j'habite, occasion de le faire d'une manière entièrement satisfaisante. Lorsque la science aura son dernier mot à ce sujet, on pourra revenir, s'il y a u, à l'idée de transformer, à l'aide de ballons armés de intes métalliques, les nuages orageux en nuages inofnsifs, et réaliser ainsi une expérience éminemment proable à l'agriculture.

CHAPITRE XLVI.

DE LA SPHÈRE D'ACTION DES PARATONNERRES.

Dans quelle étendue un paratonnerre bien construit exerce-t-il avec efficacité son action préservatrice? A quelle distance de la tige, mesurée dans le sens horizontal, peut-on avoir la presque certitude de n'être point foudroyé?

Cette question, dont l'importance ne saurait être niée, n'a pas été, je crois, étudiée avec tout le soin convenable.

Guidé par de vagues analogies, J.-B. Leroy, qui s'est

tout occupé de la construction des paratonnerres, disait, en 1788, qu'une tige de 4 à 5 mètres de hauteur fixée au faîte d'un édifice, défend tout autour d'elle un cercle de 16 mètres de rayon. D'après cela, l'action préservatrice irait horizontalement et dans tous les sens, à plus de trois fois la hauteur de la tige du paratonnerre au-dessus de la bâtisse à laquelle il est fixé.

La section de physique de l'Académie des sciences restreignit cette limite. En 1823, consultée par le ministre de la guerre, elle parut adopter l'opinion de M. Charles; elle admit, mais sans dire sur quelles bases, qu'un paratonnerre protége autour de lui un espace circulaire d'un rayon égal au double de sa hauteur.

Une aussi imposante autorité devait entraîner l'assentiment public. Aussi les auteurs des traités de physique et de météorologie les plus récents, d'accord avec la commission académique, donnent-ils généralement à la zone circulaire qu'un paratonnerre protége complétement, un rayon double de la hauteur de la tige.

[redacted]

pporte à un niveau différent et inférieur; quand on veut mesurer sur le sol, par exemple? Ou bien, le paratonnerre situé au sommet d'un clocher, protége-t-il à terre a cercle qui serait décrit avec un rayon double de la somme des hauteurs du clocher et du paratonnerre? Ces questions importantes paraissent avoir à peine été posées. Voici quelques chiffres qui, sans les résoudre entièrement, pourront guider les constructeurs.

Le 15 mai 1777, la foudre frappa le magasin à poudre de Purfleet, à 5 lieues de Londres, malgré le paratonnerre que Franklin, Cavendish, Watson, etc., y avaient fait établir.

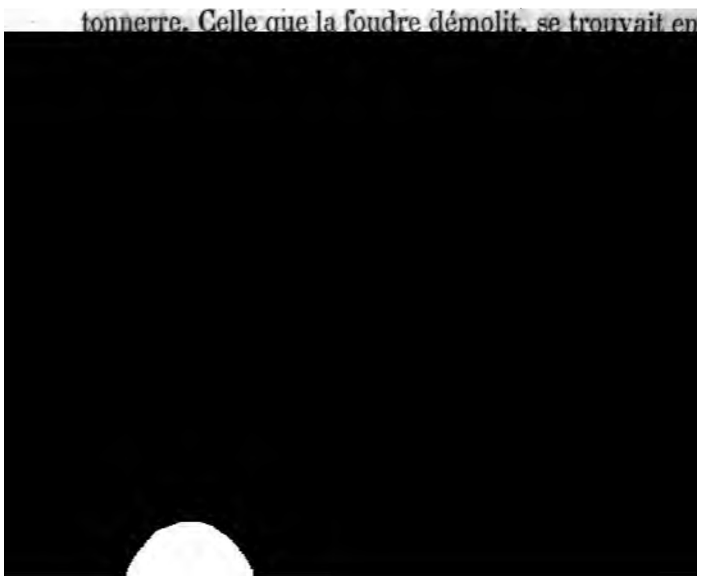
Le météore tomba sur un crampon en fer qui à l'aide d'une soudure en plomb unissait deux dalles de la corniche dont l'édifice était entouré à la base du toit. De là il s'élança sur un tuyau de décharge et le suivit jusque dans l'eau d'un puits, sans autre dégât que la rupture de la pierre qui se trouvait interposée entre le crampon et le tuyau.

Je trouve sur les figures à échelle qui représentent le bâtiment, que la pointe du paratonnerre était à 7m.92 de hauteur au-dessus du niveau des dalles de la corniche; que la distance horizontale comprise entre le prolongement vertical du paratonnerre et le crampon foudroyé, n'était que de 7m.31.

Ainsi le paratonnerre, loin d'avoir garanti, à la base du toit, un espace circulaire d'un rayon égal au double de sa hauteur au-dessus de la corniche, n'avait pas même étendu cette action préservatrice jusqu'à une distance égale à la simple hauteur.

Le paratonnerre s'élevait de 3m.35 au-dessus d
pointe du toit où on l'avait planté. Le double de
quantité, ou 6m.70, laisserait le crampon à 0m.61 e
hors du cercle d'action du paratonnerre, si à to
étages d'un édifice le rayon de ce cercle était, c
on l'admet, le double de la hauteur de la tige au-
de la portion de bâtisse qui en supporte la base.
des deux moyens de déterminer le cercle d'action
paratonnerre que nous nous étions proposé d'exa
l'un, celui qui restreint le plus cette action, n'e
infirmé par l'événement de Purfleet; l'autre lui est
tement contraire, sur quoi, cependant, il impo
remarquer, et que la pointe de la tige de ce m
n'était pas bien aiguë, et que l'amplitude d'action
d'être mesurée relativement à un cordon de pier
taille parsemé de crampons métalliques.

Le 17 juin 1774, la foudre tomba à Tenterden (
sur une des quatre cheminées de la maison de M. I
den, quoiqu'une d'entre elles fût surmontée d'un
tonnerre. Celle que la foudre démolit, se trouvait en



des pauvres de Heckingham (comté de Norfolk), le 17 juin 1781, malgré les huit paratonnerres dont elle était armée. Le point que le météore frappa d'abord se trouvait situé à un des angles inférieurs du comble. Une large plaque de plomb le recouvrait.

De ce point au paratonnerre le plus voisin la distance horizontale était de 17m.76. La sommité aiguë de la tige ne s'élevait pas au-dessus du niveau du point foudroyé de plus de 6m.70 : c'était moins que la moitié de la distance horizontale, du point que la foudre frappa au prolongement de la verticale de la tige ; le point était donc en dehors du cercle que, d'après les opinions reçues, le paratonnerre pouvait protéger efficacement. Ici encore, on était en droit d'observer que les conducteurs ne se terminaient pas dans un sol suffisamment humide.

Le docteur Winthrop, de New-Cambridge, rapporte qu'un arbre fut frappé par la foudre et sillonné dans toute sa longueur, quoiqu'il ne se trouvât éloigné horizontalement que de 16 mètres du paratonnerre établi sur le clocher d'une église.

Si le clocher dépassait le sommet de l'arbre de 8 mètres ou plus, comme il paraît naturel de le croire, le fait cité par le docteur Winthrop serait directement contraire à l'idée que le rayon d'action d'un paratonnerre doit être mesuré par le double de la hauteur verticale absolue de la pointe de la tige au-dessus de chaque objet.

Une écurie appartenant à William Littelton, gouverneur de la Caroline du Sud, fut frappée par la foudre et très-fortement endommagée, quoiqu'elle ne se trouvât

qu'à 18 mètres d'une maison armée d'un bon parato-nerre.

Cette relation ne faisant connaître ni la hauteur du point foudroyé, ni celle du paratonnerre, on n'en peut rien déduire touchant le rayon d'action de ces appareils.

Je rapporterai un second fait qui n'est pas non plus assez circonstancié; mais les objets existent encore, et rien n'empêchera qu'on ne remplisse les lacunes.

La tour de l'église de Saint-Michel, Cornhill, à Londres, est surmontée d'un excellent paratonnerre; cela n'empêcha pas la foudre de tomber sur la couverture en plomb qui revêt le sommet du clocher de Saint-Pierre, quoique celui-ci soit considérablement plus bas et que sa distance à la tour de Saint-Michel ne surpasse pas 31 mètres.

Il manque ici la hauteur verticale de la pointe du para-tonnerre du clocher de Saint-Michel, au-dessus de la couverture en plomb du clocher de Saint-Pierre. Si cette hauteur n'est pas de 31 mètres, comme on doit le sup-poser, l'événement n'infirmera point la règle d'après

auteur, et plus elles devront être multipliées. Leur ore sera suffisant lorsqu'il n'y aura sur un comble, ne terrasse, etc., aucun point dont la distance horile à la tige la plus voisine soit plus grande que le le de la hauteur de cette tige au-dessus de sa base. tte règle étant une déduction logique des faits, on a à concevoir comment, dans la construction des tonnerres, Franklin a paru se préoccuper si peu de dérations de hauteur. Tout ce qu'il exigeait, c'est les pointes dépassassent un peu les sommets des cheles. Je vois aussi la hauteur des tiges fixée à 3 mètres une note qui porte les signatures de Cavendish, riestley, de lord Mahon, de Nairne, de Watson, etc. France, les constructeurs vont jusqu'à 10 mètres, s ne se sont même arrêtés là que par des motifs de lité. Entre ces deux sortes de dimensions, le choix ne ait aujourd'hui être douteux.

CHAPITRE XLVII.

S PARATONNERRES IMPLANTÉS HORIZONTALEMENT OU DANS DES DIRECTIONS TRÈS-INCLINÉES SUR L'ENTABLEMENT DES ÉDIFICES, SONT-ILS UTILES ?

'outes circonstances égales, la foudre doit tomber et be, en effet, sur les parties les plus élevées des édis; mais où trouver une parfaite égalité de circonices? de combien de manières ne peut-elle pas être iblée? ne suffit-il pas pour cela d'un crampon de al, de l'espagnolette d'une fenêtre, d'un tuyau de le, etc. Au reste, si les nuages chargés de matière

fulminante n'étaient pas terminées par des surfaces
près horizontales, les parties les plus élevées des é
ne jouiraient pas incontestablement du privi
que nous venons de leur attribuer; or, chacun
rappeler ces lambeaux de nuages qui, dans les
orageux, descendent presque jusqu'à terre, et q
masse générale traîne à sa suite partout où le v
transporte. Rien n'est moins propre assurément q
tige verticale pour décharger peu à peu et en sile
nuages pendants. Au contraire, un paratonnerre
zontal ou très-incliné produirait cet effet à merve
n'entends pas, au surplus, réduire à ce seul rôle le
tonnerres inclinés : ils doivent servir encore à rece
coups foudroyants, qui sans eux auraient frappé le
latérales des édifices. Croit-on, avec quelques
ciens, que jamais ces faces ne peuvent être expo
même degré que l'ensemble des parties culminant
réponse est toute prête : elle consistera dans diver
que j'ai recueillis et qui ne me semblent pas laisse
au plus léger doute.

Le troisième étage et le toit étaient restés parfaitement intacts.

On aurait pu deviner ces effets, d'après les observations de diverses personnes qui se promenaient sur le bord de la mer. La ligne que suivait le météore paraissait le conduire tout juste au milieu de la façade de la maison. C'est là seulement qu'il se brisa, qu'il se divisa, qu'il se partagea en plusieurs rameaux.

Le 12 août 1783, la foudre endommagea le clocher de la cathédrale de Lausanne. Elle tomba d'abord sur une barre de fer horizontale servant de lien à deux petites colonnes situées aux deux tiers de la hauteur de l'édifice. Il n'est pas douteux que le trait fulminant avait eu cette direction peu ordinaire : une personne digne de foi le vit distinctement s'élancer sur la barre; le docteur Verdeil, à qui l'observation fut immédiatement communiquée, se livra, en conséquence, aux recherches les plus scrupuleuses, et ne découvrit au-dessus de la barre de fer en question aucun indice quelconque de l'action de la foudre.

Ce coup latéral et dirigé sur un point si éloigné de la sommité du clocher est d'autant plus remarquable, que l'édifice se trouvait fortuitement pourvu d'une sorte de paratonnerre.

« Au sommet du clocher, dit en effet M. Verdeil, est une espèce de pommeau à huit faces longitudinales, surmonté d'une longue verge de fer qui sert de pivot à la girouette, et qui se termine en forme de fer de pique. Ce pommeau est recouvert de plaques de cuivre dans toute sa circonférence. Huit bandes du même métal descendent

depuis ce pommeau le long des angles de la flèche, est couverte de tuiles vernies au four. Ces bandes aboutir à une gouttière horizontale qui fait tout le de la base de la flèche, et se vide, au moyen de tuyaux de métal fort épais, dans deux grands rése de cuivre qui sont toujours pleins d'eau. Du fond d réservoirs partent deux longs tuyaux de cuivre, qui cendent du haut en bas, se réunissent dans un rés commun, et de là vont se rendre dans une pom incendie qu'ils remplissent toutes les fois qu'il Cette pompe communique, par des égouts de métal, celui qui verse l'eau de la pluie sur le pavé. »

Admettons qu'il pleuve (et il pleuvait beaucoup d une demi-heure, au moment du coup fulmina 12 août 1783), et l'on aura, comme nous le disions à l'heure, dans l'ensemble de barres, de plaques tuyaux métalliques, un paratonnerre presque à l'a toute objection.

Une aile de moulin à vent (le moulin de Tootl Essex) est au repos dans la position où elle fait ave



édifices des paratonnerres inclinés, les faits que je viens d'énumérer seraient trop peu nombreux; mais, on se le rappellera, je voulais seulement établir que dans certains cas les tiges obliques peuvent être utiles.

CHAPITRE XLVIII.

DE LA MEILLEURE FORME ET DES MEILLEURES DISPOSITIONS A DONNER AUX DIVERSES PARTIES DONT UN PARATONNERRE SE COMPOSE.

§ 1er. — De la pointe.

Nous avons prouvé que si l'on ne veut pas, avec raison, renoncer à la propriété dont les paratonnerres jouissent de décharger peu à peu et silencieusement les nuées orageuses de leur matière fulminante, il faut que la tige se termine par une pointe très-aiguë. Faisons cette pointe en fer, et la rouille provenant de l'action de l'air et de l'eau la détruira bientôt, et bientôt elle sera émoussée, et sa propriété soutirante s'affaiblira de jour en jour.

On a d'abord paré à cet inconvénient en dorant la pointe de la tige en fer dans une certaine étendue. La dorure du fer étant très-peu durable, on a trouvé mieux ensuite d'adapter à l'extrémité de la tige, à l'aide d'une vis, une pointe en cuivre doré. Enfin, des pointes de platine remplacent généralement celles de fer et de cuivre, depuis que les progrès de la métallurgie permettent de les fournir à des prix très-modérés.

Les pointes de platine sont préférables à celles de cuivre, non-seulement à cause de leur inaltérabilité sous l'action de l'eau et de l'air, mais aussi à raison de leur

infusibilité. Le coup de foudre qui fondrait, qui émousserait une pointe de cuivre, laisserait au contraire à la pointe de platine la forme aiguë de laquelle dépend la grande intensité de son action. En se rappelant qu'un paratonnerre peut être foudroyé au début d'un orage, et que le remplacement des pointes exige souvent la construction d'échafaudages dispendieux, on ne manquera pas d'apprécier, sous le rapport économique et sous celui de la sûreté, tous les avantages de l'infusibilité des aiguilles de platine. Ces avantages sont tels, qu'en 1790, à une époque où l'on savait à peine travailler ce métal, la Société philosophique de Philadelphie accueillait avec de vifs applaudissements la proposition que M. Robert Patterson lui faisait, d'exécuter la pointe des paratonnerres avec une autre substance très-peu fusible, avec de la plombagine (carbure de fer).

Dans quelques pays, en Allemagne et en Angleterre, par exemple, certains constructeurs de paratonnerres adaptent à l'extrémité de la tige de ces appareils, non pas une pointe unique, comme on le fait en France, mais [redacted]

n'était pas le seul qu'on eût en vue et qu'on espérât : en employant des pointes diversement orientées et diversement inclinées, il devait toujours, dans le nombre, s'en trouver une qui se présentât suivant la position la plus favorable, qui se présentât perpendiculairement au nuage orageux, quels que fussent sa forme, le nombre de ses faces et leur inclinaison. Tout cela doit paraître un tant soit peu subtil; mais jusqu'à l'époque où, en répétant avec un grand soin l'expérience de Beccaria, sur laquelle nous nous sommes déjà appuyé (voyez p. 337), on aura établi qu'une pointe verticale enlève à toutes sortes de nuages plus de matière fulminante qu'une pointe inclinée, ou, mieux encore, jusqu'au moment où, en suivant la méthode du célèbre physicien de Turin, on sera parvenu à prouver qu'une pointe unique agit toujours plus fortement qu'un groupe de pointes disposées en étoile, on n'aura pas le droit de ranger les paratonnerres à pointes multiples parmi les conceptions qui ne méritent que le dédain. Je conviendrai néanmoins qu'en attendant ces expériences, il sera sage et très-suffisant de s'en tenir à la forme recommandée dès l'origine par Franklin [1].

§ 2. — Du conducteur.

C'est de la bonne construction et de la bonne disposition du conducteur que dépend principalement l'action préservatrice des appareils de Franklin.

1. Je ne dirai rien ici de la méthode que divers constructeurs avaient adoptée, et qui consistait à employer pour extrémité de la tige du paratonnerre une aiguille de fer aimantée. Il est évident que l'aimantation était dans ce cas de nul effet.

Le conducteur et aussi la tige supérieure d'un paratonnerre doivent être assez gros, assez massifs pour qu'un coup de foudre ne puisse point les fondre. D'après tout ce que nous avons recueilli dans le chapitre XVIII, on satisfait amplement à cette condition en employant des barres de fer ou de cuivre, carrées ou cylindriques, de 20 millimètres de côté ou de diamètre. Si les constructeurs donnent à la tige, surtout vers sa base, une plus grande épaisseur, c'est seulement afin qu'elle puisse résister à l'action du vent.

Pour garantir de la rouille les tiges et les conducteurs des paratonnerres, on les couvre ordinairement d'une couche de peinture. En Amérique, on a porté le scrupule jusqu'à choisir de la peinture au noir de fumée, à cause de la propriété dont cette dernière matière jouit, de donner aux composés où elle entre dans une forte proportion, la faculté de transmettre assez facilement la matière fulminante.

Le conducteur ne pouvant remplir convenablement son

dès lors, médiocrement perméable aux effluves fulminants, il faudra qu'il soit en contact avec lui sur une grande longueur. La longueur pourra être moindre si la terre est toute l'année fortement imprégnée d'humidité, moindre encore si le conducteur descend jusqu'à une nappe d'eau naturelle.

L'augmentation si indispensable du nombre de points d'écoulement par lesquels le fluide peut passer du conducteur dans le sol, on l'obtiendrait aussi en épanouissant en quelque sorte le métal, en amenant la barre conductrice, par l'action du laminoir, à être une large plaque, en étendant autant que possible la surface destinée à pénétrer dans la terre. Il y a même tel développement de cette surface qui dispenserait, je crois, de rien enfoncer dans le terrain, qui rendrait un contact superficiel suffisant. Il doit en être ainsi, par exemple, dans les édifices entourés à leur base d'une bordure en plomb ou en fer-blanc qui est ployée à angle droit de telle manière que l'une des faces de l'angle est appliquée contre le mur, et que l'autre repose sur le sol. Que le conducteur touche bien cette bordure, et le fluide qu'il reçoit de la tige dans le temps le plus orageux pourra s'écouler par un si grand nombre de points, qu'on n'aura plus à craindre ni jets lumineux ni détonation. Voilà, si je ne me trompe, pourquoi un monument tel que la colonne de la place Vendôme, reposant sur un large socle métallique qui lui-même touche par sa surface inférieure le sol ou le soubassement en pierre, peut se passer de conducteur.

Ordinairement, c'est en ramifiant le conducteur, et non par un laminage, que les constructeurs de paratonnerres

augmentent la surface enterrée destinée à donner p
dans le sol au fluide fulminant.

Lorsque la barre du conducteur pénètre dans le s
se trouve entre deux écueils. Si le terrain est h
l'écoulement de la matière fulminante se fait san
culté, mais le métal se rouille, se détruit tr
Supposez le terrain sec, la barre dure longtemps,
elle remplit fort mal ses fonctions. Il était donc bi
rable qu'on découvrît une matière très-conductric
n'attaquât pas le fer. Le charbon, quand il a été r
dans ce cas. Aussi, comme Robert Patterson le p
en 1790, les constructeurs de paratonnerres qui s
courant de toutes les ressources de la science ne
quent-ils pas aujourd'hui de faire passer la barr
ductrice au travers d'une sorte de puits rempli de
de boulanger. Je souligne de nouveau ces trois m
qu'on ne s'y trompe pas : le charbon rougi est ind
pensable; le charbon commun ne saurait le rempla

Quand le conducteur descend jusqu'à une nappe



tière de la foudre ; cette matière n'a donc pas le moyen, comme dans le cas d'un puits, d'aller se répandre rapidement au loin par une multitude innombrable de fentes, de fissures remplies d'eau ou tout au moins d'humidité : après avoir un moment envahi le liquide de la citerne, la matière, faute d'écoulement, revient sur ses pas, remonte le long de la barre du conducteur et se précipite par un coup fulminant ou avec détonation sur quelque objet placé dans le voisinage.

Je sais très-bien qu'on aura le droit de demander des preuves à l'appui de cette théorie ; aussi je m'empresse de les fournir.

Le 19 juin 1819, la foudre tomba sur la principale aiguille de la cathédrale de Milan. Cette aiguille était armée d'un paratonnerre en bon état dont le conducteur plongeait dans un vaste puisard. Cependant, près de ce conducteur encore intact, on trouva, à diverses élévations, des marbres brisés et dispersés, des arabesques détruites, etc. Toute vérification faite par le professeur Configliachi, il fut constaté que le prétendu puisard était une véritable citerne dallée !

Le 4 janvier 1827, la foudre tomba sur le paratonnerre du phare de Gênes. Ce paratonnerre et le conducteur furent brisés en plusieurs points, quoique tout semblât en bon état, quoique le conducteur plongeât dans de l'eau ; mais cette eau était contenue dans une citerne étanche, de peu de capacité, creusée de main d'homme dans la roche sur laquelle le phare repose !

Quelque faible que soit la résistance qu'une barre métallique oppose au passage de la matière fulminante, il est

bon de ne pas la négliger. Cette résistance devant au-menter avec la longueur de la barre, il sera convenable, à moins d'empêchement sérieux, de diriger le conducteur par le plus court chemin possible, entre le pied de la tige verticale du paratonnerre auquel il est attaché, et le sol humide où il doit se décharger.

Nous déterminions tout à l'heure la grosseur du conducteur, d'après des coups de foudre que j'appelais simples. Dans ces coups, les barres étaient seulement envahies par la matière fulminante qui les avait directement frappées. Ces dimensions pourraient bien ne pas être suffisantes si, dans un instant donné, un seul conducteur recevait et devait transmettre au sol tout ce qui aurait frappé simultanément plusieurs paratonnerres. La nécessité d'un conducteur par paratonnerre ressort de cette remarque avec une entière évidence. Ceci n'empêche pas qu'il n'y ait utilité à établir une liaison intime entre les pieds des tiges de tous les paratonnerres, à l'aide de barres de fer courant le long des faîtières des toits, et qui

fâcheuses solutions de continuité. On évite aujourd'hui ces inconvénients en substituant des cordes métalliques flexibles aux barres dont jadis on faisait exclusivement usage. Ces cordes ont et doivent avoir les dimensions des anciennes barres. Les torons qui les composent peuvent être goudronnés séparément, mais cela n'empêche pas que la corde tout entière ne soit ensuite goudronnée elle-même avec le plus grand soin. Il est toujours bien entendu que le goudron recouvrira seulement les parties extérieures de la corde, celles qu'il doit préserver de l'action de l'air et de l'humidité. Quant aux parties destinées à être plongées dans l'eau d'un puits, dans un terrain humecté ou dans de la braise de boulanger, il est indispensable que leurs surfaces métalliques soient à nu autant que possible.

Certains constructeurs se croyaient obligés de séparer les combles et les murs des édifices, des paratonnerres et de leurs conducteurs, par les matières, telles que le verre, la poix, etc., les moins propres à transmettre le fluide de la foudre, et qui, dès lors, ne doivent permettre à aucune portion appréciable de ce fluide de se dévier latéralement, de s'élancer d'une barre conductrice sur les objets qu'elle est destinée à protéger. Mais ces paratonnerres isolés ne sont plus guère en usage; on a fini par y reconnaître un excès de précaution très-dispendieux; on a réfléchi que la matière fulminante, une fois engagée dans une barre métallique suffisamment grosse et aboutissant à quelque nappe liquide indéfinie, ne la quitte, pour se porter sur les matériaux dont les édifices sont ordinairement composés, qu'en si petite quantité, qu'il n'en saurait

résulter ni dommage, ni même aucun effet appréciable.

Les mêmes raisonnements sembleraient pouvoir conduire à décider une question qui aussi a été débattue entre les physiciens : celle de savoir s'il est indifférent d'établir les conducteurs dans l'intérieur ou à l'extérieur des édifices. J'avoue que sur ce dernier point je serai beaucoup moins affirmatif. « Il y a des grands seigneurs dont il ne faut approcher qu'avec d'extrêmes précautions; le tonnerre est de ce nombre », dit Voltaire. Je suis tenté de croire que l'illustre écrivain a raison, quand je me rappelle le cas déjà cité (p. 207) où la foudre, quittant le conducteur extérieur du paratonnerre de la maison de M. Raven, alla horizontalement, à travers le mur, frapper un fusil placé debout dans la cuisine. Quels dégâts, je le demande, n'auraient pas été la suite de ce mouvement latéral, si une grosse maçonnerie ne se fût trouvée sur le passage de la foudre !

Le conducteur, dira-t-on, n'avait pas une épaisseur suffisante. Oui sans doute, mais voici un cas où tout paraissait en bon ordre, où les paratonnerres fonctionnèrent comme on pouvait le désirer, et cependant il y eut déviation de la matière fulminante; et tout autorise à croire qu'il en serait résulté des malheurs, si de même un mur épais ne s'était trouvé interposé entre le conducteur et une foule d'ouvriers.

Le 31 juillet 1829, dans la prison de Charlestown, au moment d'un immense coup de tonnerre, trois cents personnes reçurent à la fois une violente commotion dont l'effet général fut, durant quelques secondes, un grand

affaiblissement de force musculaire. L'accident n'eut de suites fâcheuses pour personne.

La prison de Charlestown était armée de trois paratonnerres en bon état, placés à 5^{m}.50 l'un de l'autre. La foudre laissa donc le bâtiment parfaitement intact. Mais comment se fit-il que l'effet préservatif des conducteurs ne s'étendit pas, comme à l'ordinaire, aux habitants?

On a trouvé une réponse satisfaisante à cette question, dans la grande quantité de fer que la prison renfermait. M. Bryant, le directeur, l'évalua à 100 tonnes; il faut ajouter à cela que presque toute la population ouvrière était armée de marteaux, de limes, de fusils ou de piques.

Jusqu'ici, les physiciens ne paraissent avoir attaché aucune importance à la forme des inflexions qu'on est obligé de faire subir au conducteur, pour l'amener du comble, parallèlement auquel il est descendu, vers le mur vertical de l'édifice. Au bord même du larmier du toit, au bord des corniches, la barre ou la chaîne conductrice est pliée de telle manière qu'au lieu de se trouver sur une même droite, la partie du comble et celle qui va rejoindre le mur font entre elles un angle de 90 degrés, et même quelquefois un angle aigu. Il n'est pas très-rare de remarquer d'aussi brusques déviations dans d'autres parties du conducteur, même près de terre. Supposons un violent coup de foudre, et de telles inflexions pourraient être dangereuses, du moins à en juger par divers événements dont j'ai lu les relations, et qui semblent autoriser à croire que, dans le calcul de la

marche de la matière fulminante, on ne doit pas fai[illegible] totalement abstraction de la vitesse acquise. On peut co[illegible] sulter à ce sujet la *Description de Saint-Domingue* de Moreau de Saint-Méry, tome Ier, page 393; l'on y voit la foudre suivre régulièrement un conducteur, l'aban-donner ensuite dans le point où la barre était ployée de telle sorte que ses deux parties formaient un angle aigu, pour aller, à travers l'air, frapper des objets situés sur le prolongement du premier côté de l'angle.

Les *Mémoires de l'Académie de Lausanne*, tome Ier, nous montreront aussi la foudre se dirigeant très-oblique-ment sur le milieu d'une barre de fer horizontale, et ne s'y propageant, bien que tout fût symétrique de part et d'autre, que dans le sens du prolongement de son propre mouvement. Maintenant que la question est posée, des expériences de cabinet ne manqueront pas de faire prompte justice des considérations précédentes, si elles ne sont pas fondées; en attendant, il ne pourra y avoir que de l'avantage à éviter, dans la forme du conducteur, des angles aigus, à ne passer d'une direction à une autre

[redacted]

des angles trop aigus. (Relation de l'abbé Pinel, journal *le Cosmos* du 12 janvier 1853.)

Le pulvérin que le moindre courant d'air entraîne, qui se dépose sur toutes les saillies intérieures et extérieures des magasins à poudre est pour ces établissements un véritable danger. Supposons ce pulvérin enflammé par l'étincelle résultant d'une imperceptible solution de continuité dans le conducteur, et le feu pourra se communiquer jusqu'aux barils de l'intérieur. Dans cette prévision, on a proposé de ne point poser les paratonnerres des magasins sur les bâtiments mêmes : il serait mieux, dit-on, de les établir à l'extrémité de longs mâts verticaux, éloignés de 2 à 3 mètres des murs de face. Cette idée se trouve déjà dans un Mémoire de Toaldo de 1776. Elle a reçu depuis (en 1823) la haute approbation de la section de physique de l'Académie des sciences; malheureusement, il se présente dans son application une difficulté fort grave qui nous a déjà occupés. On sait très-bien que les pointes doivent s'élever plus haut que le faîte de l'édifice, mais quel est leur rayon d'action? Supposez-le égal au double de la hauteur absolue de chaque paratonnerre au-dessus du sol, et un petit nombre de ces appareils suffira pour mettre à l'abri toutes les parties du plus vaste magasin. Admettez, d'autre part, que le rayon d'action ne doive être calculé que sur le double de la hauteur des pointes au-dessus des parties culminantes des magasins, et il y a tel de ces bâtiments, qu'à moins d'immenses dépenses, il faudrait renoncer à garantir avec des mâts paratonnerres.

Quoique j'aie déjà bien longuement insisté sur les

règles auxquelles on doit se soumettre dans l'établi
ment des paratonnerres et de leurs conducteurs, je
cerai ici la relation du coup de foudre qui ma
gravement le magasin à poudre de Bayonne, le 2
vrier 1829. Les fautes, surtout quand elles ont
devenir la cause de grands malheurs, laissent tou
dans la mémoire des souvenirs plus durables que de
ples préceptes. Il sera bon, d'ailleurs, de montrer
ment une installation de l'appareil de Franklin,
j'appellerai en vérité prétentieuse, devint détestable
le simple oubli de quelques circonstances en appa
assez légères.

Le magasin à poudre de Bayonne est un bâtime
17ᵐ.5 de long, sur 11ᵐ.4 de large. Le toit est à
eaux. La faîtière et la couverture des murs de pi
sont formées de larges lames de plomb liées les une
autres. Le paratonnerre a 6ᵐ.8 d'élévation; une de
en plomb, qui l'enveloppe à sa base, est soudée à
des lames du faîte. Par cette disposition, toutes les
ties métalliques du toit communiquent entre elles



tact entre le charbon et le terrain naturel, on a terminé, dans le bas, les quatre murs de la fosse par des arceaux à jour. Le bout pointu du conducteur repose sur un piquet fiché au fond de la fosse. Des racines métalliques partant de la tige principale, en divergeant, et ramifiées ensuite elles-mêmes, vont se répandre dans toutes les parties de la masse charbonneuse. Au-dessus de cette masse est une couche de terre meuble recouverte d'un pavé en dalles.

Le 23 février 1829, à quatre heures du soir, quelques minutes après une abondante averse de pluie et de grêle, que poussait un fort vent d'ouest, le tonnerre tomba sur le paratonnerre de Bayonne et fondit sa pointe dans une longueur d'environ 13 millimètres. Jusque là, rien d'extraordinaire. Mais des indices manifestes de décharges se montrèrent sur beaucoup d'autres points; ainsi la tige métallique n'avait pas entièrement garanti l'édifice.

A l'angle sud-ouest du bâtiment, la lame de plomb recouvrant le mur de pignon présentait une déchirure de $0^m.21$ dans un sens, sur $0^m.19$ dans l'autre, et cela précisément au-dessus d'un lien de fer réunissant deux pierres de la corniche.

La foudre avait laissé aussi des traces de ses explosions sur les cinq poteaux de bois dont nous avons déjà parlé, et qui sont destinés à maintenir le conducteur horizontalement au-dessus du sol.

La lame de plomb formant le chapeau de celui de tous ces poteaux qui se trouve le plus voisin du bâtiment avait été soulevée; les deux clous qui l'attachaient étaient arrachés. Sur la couverture du second poteau, on remar-

quait deux trous à peu près circulaires et une petite déchirure. Sur celle du troisième, on voyait trois trous, dont l'un de 6 centimètres de long sur 1 de large. Les lames de plomb du quatrième et du cinquième poteau n'étaient percées chacune que d'un seul trou. Dans toutes ces ouvertures ou déchirures, le plomb était rebroussé de bas en haut.

Tels sont les principaux faits consignés dans une lettre au ministre de la guerre du colonel-directeur de l'artillerie de Bayonne, et dans le rapport d'une commission nommée par cet officier pour constater le dégât.

La section de physique de l'Académie des Sciences, appelée dans le temps à donner son avis sur cet événement et à expliquer l'inefficacité d'un paratonnerre qui, au premier aspect, pouvait paraître avoir été établi avec beaucoup de soin, consigna le fruit de son examen dans un rapport rédigé par M. Gay-Lussac, et dont je ne puis mieux faire que d'analyser les principales conclusions.

Le conducteur n'a pas offert un écoulement suffisant à [redacted]

barre, sur toute sa course horizontale, était soutenue à $0^m.8$ de hauteur par des poteaux en bois, c'est-à-dire par des conducteurs imparfaits[1]; elle ne s'enfonçait ensuite verticalement dans le sol que d'environ 2 mètres. On avait, il est vrai, enveloppé l'extrémité de la barre dans du charbon; mais ce n'était pas de la braise éteinte, c'était du charbon ordinaire dont la conductibilité n'a rien de remarquable[2].

Avec une pareille installation, doit-on s'étonner que la foudre se soit ramifiée? qu'à défaut d'un écoulement suffisant par la voie qu'on lui avait destinée, elle ait suivi, en assez grande partie, la direction des cinq poteaux de bois pour arriver au sol? qu'en outre, à l'angle sud-ouest

1. Cette disposition avait été probablement suggérée par un précepte très-juste de Franklin, mais ici fort mal interprété. Le grand physicien d'Amérique ne voulait pas que le bout inférieur des conducteurs restât trop voisin des murs des édifices. Il craignait qu'en l'absence d'une conductibilité suffisante du terrain, l'explosion dont ce bout doit être inévitablement le siége, ne se portât latéralement sur les fondations, et dans le cas d'un trop grand voisinage, ne les ébranlât. Il voulait donc qu'après avoir pénétré dans la terre, la barre conductrice, par une inflexion convenable, s'éloignât des murs. Cet éloignement, il n'aurait jamais consenti à se le procurer en diminuant le nombre des points de contact de la barre et du sol. Il eût sans doute approuvé les 10 mètres de déviation latérale du conducteur de Bayonne, mais à la condition expresse qu'au lieu d'être soutenus en l'air par des poteaux, ces 10 mètres de barre auraient été enfoncés dans la terre.

2. Je dois le répéter, il a été établi par de nombreuses expériences, que le charbon ordinaire, que le charbon faiblement calciné, pris à l'état de siccité, n'est presque pas conducteur de la matière de la foudre. Imbibé d'eau, il présente des propriétés conductrices manifestes, mais cependant beaucoup plus faibles encore que celles du charbon auquel on a fait subir un violent coup de feu. A défaut de cette dernière espèce de charbon, on peut se servir de coke pulvérisé.

du bâtiment, elle se soit élancée d'une plaque de plomb qui communiquait avec le conducteur, sur le lien en fer unissant deux pierres que cette plaque recouvrait? La préférence donnée ainsi à l'angle sud-ouest s'explique d'ailleurs par la circonstance que le mur de cet angle, battu un moment avant l'explosion par la pluie d'orage, était devenu un demi-conducteur.

CHAPITRE XLIX.

DES ORGANES QUI SONT LE PLUS ORDINAIREMENT AFFECTÉS DANS LES MORTS OU LES BLESSURES OCCASIONNÉES PAR DES COUPS DE FOUDRE.

La solution de la question posée en tête de ce chapitre intéresse au plus haut degré la médecine légale. Mais, on doit l'avouer, elle n'a pas été traitée jusqu'ici avec toute l'attention et la rigueur nécessaires. Ainsi, on ne sait pas si, dans le cas d'un coup foudroyant, mortel ou non, certains organes sont affectés de préférence à d'autres.

John Hunter disait que la foudre, en traversant le corps, produisait une destruction entière et instantanée du principe vital. C'était, qu'on me passe ce jugement, répéter les faits connus en termes obscurs. Suivant Brodie, la mort serait la conséquence de l'action du fluide de la foudre sur la tête.

Edwards regardait la mort comme le résultat d'une désorganisation du système nerveux. D'autres confinent l'action au système cérébro-spinal, sans toutefois citer à l'appui de leurs opinions des expériences décisives.

La foudre produit, sur les corps animés qu'elle frappe, des effets mécaniques considérables, ordinairement en rapport manifeste avec les parties métalliques disséminées dans les vêtements de l'individu atteint. Quelquefois, les empreintes de la foudre ne sont que superficielles et se réduisent à des ecchymoses; dans d'autres circonstances, les os eux-mêmes sont brisés. On a signalé le cas dans lequel le crâne d'un homme frappé de la foudre était comme broyé par un instrument contondant. Il n'est pas rare que les vêtements de l'individu atteint prennent feu.

On a prétendu, sur l'autorité de Hunter, mais sans des preuves suffisantes, que le sang d'un homme ou d'un animal foudroyé ne se coagule pas dans l'intérieur du corps, et que les muscles n'acquièrent jamais la rigidité cadavérique ; mais cette dernière assertion est démontrée fausse par des anatomies authentiques faites par Schultès de Landschut. On a ajouté que la putréfaction se manifestait, dans ce genre de mort, plus promptement qu'à l'ordinaire.

Lorsque l'homme foudroyé portait sur lui un couteau, un canif, des aiguilles, ou tout autre instrument d'acier, le fort magnétisme que ces ustensiles reçoivent au moment est, pour le médecin légiste, la preuve la plus évidente, peut-être, que la mort a été occasionnée par le météore atmosphérique.

On a cité des exemples dans lesquels des coups de foudre, trop peu intenses pour produire la mort, avaient occasionné la surdité ou produit une amaurose avec dilatation et perte de la contractilité de la pupille. Dans certains cas, cette surdité ou cette amaurose se dissipent en

durer pl

de foudre

partielle, et p

les bras.

rt produite

une sorte de

érique. Il trou

les observations

il résulterait

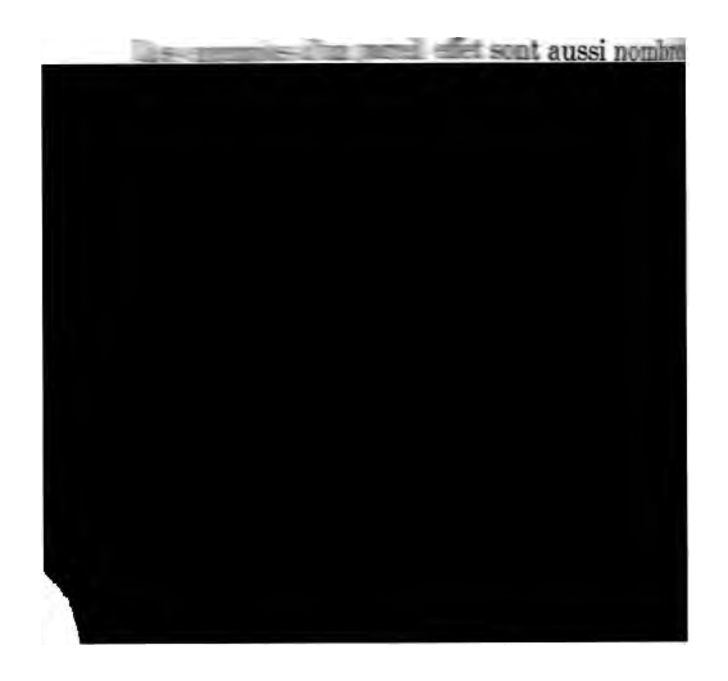
mort a été déte

rativement, tr

L.

SUR TOUTES LE
QU'ELLE FRAPPE.

sont aussi nombr



ıchaît sous l'action du rasoir. Depuis ce jour, elle a ment disparu. Les cheveux, les cils, les sourcils et tous les poils du corps tombèrent successivement ; de-ors, je suis resté entièrement épilé. Pendant l'année , les ongles des mains s'en allaient par écailles; des pieds n'éprouvèrent aucun changement visible. »

trouve, dans les *Cartas eruditas* du père Feyjoó, rès la chute de la foudre dans la ville de Santiago, ıne homme, Juan Francisco Menendez Miranda, laquel passa le météore, mais sans le blesser en manière, commença à perdre ses cheveux et le ui couvrait diverses parties de son corps, de telle re qu'au bout de quelques jours, on aurait dit qu'il été complétement épilé.

CHAPITRE LI.

OUPS DE FOUDRE TRÈS-INTENSES TUENT LES HOMMES, LES AUX, LES VÉGÉTAUX; LES COUPS DE FOUDRE D'INTENSITÉ OCRE ONT SOUVENT LA PROPRIÉTÉ DE DÉBARRASSER LES S ET LES ANIMAUX DE MALADIES DONT ILS SOUFFRAIENT IEUREMENT ET MÊME DE HATER LA CROISSANCE DES TAUX.

Quatrefages a rapporté en détail, en 1838, deux faitement authentiques de pareils effets.

0 juin 1831, un employé du télégraphe de Stras- ayant été frappé de la foudre dans sa guérite, sans connaissance sur le plancher. Le cou, les aient raides et paralysés, ainsi que les membres rs. La paralysie du côté gauche persista jusqu'au ain matin.

« Cet employé, avant son accident, jouissait d'une assez bonne santé, mais lorsque ses blessures furent cicatrisées, il nous répéta souvent, dit M. de Quatrefages, que jamais de sa vie il ne s'était aussi bien porté. Il avait acquis un embonpoint remarquable, et attribuait lui-même au coup de foudre l'amélioration sensible que sa santé avait éprouvée à dater de ce moment. »

Le 10 juin 1835, à la Martinique, M. Roaldès, ayant été frappé de la foudre, tomba à terre, paralysé des membres inférieurs et du bras droit, mais cette paralysie ne fut pas de longue durée : elle céda à des frictions répétées. Trois heures après l'accident, il n'en restait plus de traces. M. Roaldès, dont la santé était précédemment délabrée, se rétablit à la suite de cette puissante commotion.

M. Cartheuser cite le cas d'un amaurotique qui fut guéri par l'impression de la foudre.

A Plancy, département de l'Aube, la foudre tomba, le 20 juillet 1843, dans un atelier où étaient plusieurs [redacted]

Le fait suivant est en complet désaccord avec les idées dominantes sur l'influence que le temps orageux exerce sur le développement de certains insectes, et particulièrement des vers à soie.

Le 11 juin 1842, le tonnerre tomba sur une ferme située à Saint-Jean-du-Pin, près d'Alais, et y blessa gravement trois personnes qui se trouvaient accidentellement dans la magnanerie dépendante de l'établissement. Ni la vive lumière, ni le bruit, ni les vapeurs sulfureuses, ni la fumée, ni la matière de la foudre, ne portèrent le moindre préjudice aux vers à soie; au contraire, ils parurent électrisés dans toute l'acception du terme, et continuèrent de travailler avec un redoublement d'activité.

Aux exemples que nous avons cités et qui nous présentent la foudre comme un instrument de dommages, je pourrais en joindre beaucoup d'autres dans lesquels ce météore a agi sur les végétaux d'une manière toute contraire. Je me bornerai à un seul, dont j'ai pu moi-même constater la réalité.

Il existait, il y a quelques années, entre Tours et Rochemort, un château, celui de Comacre, auquel on arrivait par une avenue de quinze cents peupliers. La foudre tomba sur un de ces arbres, et laissa, sur sa souche et sur le sol environnant, des marques évidentes de son action. Eh bien, à partir de l'événement, la croissance de l'arbre foudroyé devint tout à fait exceptionnelle, les dimensions de sa souche dépassèrent bientôt celles de tous les autres arbres de l'avenue, tellement que la différence frappait les personnes les plus inat-

[illegible]

pas, en dix siècles, un seul coup véritablement
yant. Veut-on ajouter à la probabilité de cette con-
, je rappellerai que le temple, boisé intérieurement
rieurement, aurait certainement pris feu si un fort
le tonnerre était venu le frapper.

ait une fois bien établi, nous devons, à la suite de
élis et de Lichtenberg, en chercher la cause. Cette
est très-simple.

une circonstance fortuite, le temple de Jérusalem
uvait armé de paratonnerres semblables à ceux
emploie aujourd'hui et dont la découverte appar-
. Franklin !

toit du temple, construit à l'italienne et lambrissé
is de cèdre recouvert d'une dorure épaissse, était
d'un bout à l'autre de longues lances de fer ou
r pointues et dorées. Au dire de Josèphe, l'archi-
destinait ces nombreuses pointes à empêcher les
ux de se placer sur le toit et d'y laisser tomber leur
. Les faces du monument étaient aussi recouvertes,
toute leur étendue, de bois fortement doré. Enfin,
le parvis du temple, existaient des citernes dans
elles l'eau des toits se rendait par des tuyaux métal-
s. Nous trouvons ici, et les tiges des paratonnerres,
e telle surabondance de conducteurs, que Lichten-
avait toute raison d'assurer que la dixième partie
appareils de nos jours sont loin d'offrir, dans leur
ruction, une réunion de circonstances aussi satis-
nte.

éfinitivement le temple de Jérusalem, resté in-
pendant plus de mille ans, peut être cité comme la

preuve la plus manifeste de l'efficacité des pointes

Dans la Carinthie, au château du comte

l'église, placée sur une éminence, était si souvent

pée de la foudre, il y arrivait tant d'accidents

biens, qu'on avait fini par ne plus y célébrer le

divin en été. Dans le courant de l'année 1730,

coup de foudre détruisit entièrement le clocher

qu'il fut rebâti, ce météore continua, terme mo

frapper quatre ou cinq fois par an. Dans ce

prie bien de le remarquer, on ne tient pas co

orages extraordinaires pendant lesquels cinq,

dix coups foudroyants, atteignaient le clocher

seule journée. Vers le milieu de 1778, à la suit

ces orages, le bâtiment menaçant de nouveau

fut démoli et reconstruit immédiatement apr

cette fois, on le munit d'un paratonnerre point

bon conducteur. En 1783, date de la note de

berg où je puise tous ces détails, c'est-à-dire a

période d'environ cinq années, au lieu de vingt

cinq coups, le clocher n'en avait reçu qu'un, e

[redacted]

ıfonds, quoique leur diamètre ne fût guère que de illimètres. Jusqu'à quelque distance de sa partie ɜure, le fil n'éprouva d'autre dommage que celui réduit aux deux tiers de son épaisseur primitive. le bas, sa fusion fut complète; mais aussi, à partir la foudre s'élança sur les gonds d'une porte voisine, la porte et se dissipa.

1763, le tonnerre tomba sur le même clocher avec ffets identiques, quoique le fil de communication le marteau de la cloche et les rouages de l'horloge é remplacé par une petite chaîne en cuivre.

1755, nouvelle explosion. Alors la tige de la ɜtte communiquait avec un conducteur en fer, exté-, continu, et qui descendait jusque dans le sol le; aussi la porte et le fil du marteau de l'horloge 'ent, cette fois, parfaitement intacts; la bâtisse ouva également aucun dommage.

puis sa construction, l'église de Saint-Michel, à estown, était visitée et endommagée par la foudre, es deux ou trois ans. On se décida à y placer un onnerre. En 1774, M. Henley apprenait d'Amé-que, durant la période de quatorze ans qui s'était ée, à partir de l'établissement de l'appareil, l'église it plus été .rappée.

1772, Toaldo imprimait que le château royal de ı, le Valentino, n'était plus frappé de la foudre s que Beccaria avait armé ses principaux pavillons ;es métalliques élancées, auxquelles aboutissaient des ɜnétrant dans le sol. Avant cette époque, le château ɜouvent ravagé.

Le clocher de Saint-Marc, à Venise, dont la co
tion date d'une époque très-reculée, n'a pas m
104 mètres d'élévation. La seule pyramide qui
monte a 27^m.6. Le tout se termine par un ange
recouvert de cuivre, de 3^m.1 de haut.

La grande élévation de ce clocher, sa positio
et, par-dessus tout, la multitude de pièces de
entrent dans sa construction, l'exposaient forte
foudre. Aussi a-t-il été fréquemment frappé. M
sement les registres de la ville ne mentionnent
les coups : ils n'ont relaté en général que ceux
sitèrent de dispendieuses réparations. En voici
plus, le tableau :

1388, 7 juin (point de détails);
1417, — la pyramide incendiée;
1489, 12 août, la pyramide réduite de nouveau en cen
1548, ...juin (point de détails);
1565, — *Idem.*
1653, — *Idem.*
1745, 23 avril, grands dégâts. Trente-sept crevasses
la tour de ruine. La réparation co



'ril une nouvelle décharge. Seulement, cette fois, ›téore ne produisit absolument aucun dégât.

lis, dans un Mémoire de M. W.-S. Harris, qu'il y a evonshire six églises surmontées de clochers élevés; toutes les six, dans le court intervalle de quelques ses, ont été frappées par la foudre; qu'une seule l'a sans avoir éprouvé de dommage, et que c'est précisé- t aussi la seule qui soit armée d'un paratonnerre.

enève est fort exposée aux orages, et cependant les s de sa cathédrale, quoiqu'elles soient l'édifice le plus š de la ville, quoiqu'elles dominent sur tous les objets és dans les environs à une grande distance, jouissent iis plus de deux siècles et demi du privilége de n'être t foudroyées. Au contraire, le clocher, beaucoup plus de Saint-Gervais, est assez souvent endommagé par étéore.

aussure cherchait, dès l'année 1771, la cause de singulière anomalie, et il la trouvait dans les con- eurs accidentels dont les tours de la cathédrale sont ies. La tour du milieu existe depuis près de trois s ans, « et comme elle est toute en bois, dit Saussure, a dû toujours être, comme elle l'est encore actuel- ›nt, recouverte de fer-blanc de haut en bas; or, il est de concevoir qu'un volume aussi considérable de ıl a toujours dû faire un excellent conducteur, et que ırge base communiquant avec toutes les parties de fice a pu facilement rencontrer, dans son étendue, que matière qui achevât la communication. » Ajou- , pour compléter l'explication de l'illustre physicien, la communication avec le sol se faisait, à des degrés

différents il est vrai, par toutes les moulures, p
les parties de l'édifice, et que le nombre suppl
à l'intensité. Disons enfin que les tuyaux de p
de fer-blanc adaptés depuis plus d'un siècle aux
temple et qui conduisent les eaux pluviales au
forment une communication peut-être plus par
celle des barres ordinaires.

La grande colonne de Londres, nommée le M
fut élevée dans l'année 1677, par Christophe V
commémoration du grand incendie de cette capi
a environ 62 mètres de hauteur, à compter d
Fish-Street. Sa partie supérieure se termine par
bassin de métal, rempli d'un grand nombre d
également métalliques, plus ou moins contourn
gées dans divers sens, et qui, étant destinées
des flammes, sont toutes terminées en poi
aiguës. Du bassin jusqu'à la galerie, descenden
lement quatre fortes barres de fer, qui serven
aux marches de l'escalier de même métal, al
au bassin. Une des quatre barres (elle n'a pas m



sidérable. Depuis l'époque assez récente où la flèche a été armée d'un paratonnerre, les dégâts sont nuls et la dépense a disparu du budget municipal.

Le 12 juillet 1770, la foudre tomba simultanément, à Philadelphie, sur un sloop dépourvu de paratonnerre, sur deux maisons qui étaient dans le même cas, et sur une troisième maison défendue par un de ces appareils. Dans les quatre points, la détonation parut épouvantable. Les deux premières maisons et le sloop furent gravement endommagés; la maison armée d'un paratonnerre resta parfaitement intacte : on remarqua seulement que la pointe de la tige était fondue dans une assez grande longueur.

En 1813, dans le mois de juin, au port royal de la Jamaïque, le vaisseau *le Norge* et un navire marchand, non munis l'un et l'autre de paratonnerres, furent frappés par la foudre et gravement endommagés. Les autres bâtiments, en grand nombre, que le port renfermait, dont *le Norge* et le navire marchand étaient entourés, n'éprouvèrent aucun dégât : tous ceux-là avaient des paratonnerres.

En janvier 1814, la foudre tomba dans le port de Plymouth. Des nombreux vaisseaux stationnant dans l'hamoase, un seul fut frappé et endommagé. Ce vaisseau, *le Milford*, était aussi le seul qui, dans le moment, ne se trouvât pas armé d'un paratonnerre.

En janvier 1830, dans le canal de Corfou, trois coups de foudre terribles atteignirent le paratonnerre du vaisseau anglais *l'Etna* : le bâtiment n'en éprouva aucun dommage. Les vaisseaux, sans paratonnerres, *le Mada-*

gueur et le *Mosquito*, placés non loin de l'*Etna*, furent également frappés : sur ces deux derniers navires, il y eut des dégâts considérables.

CHAPITRE LIII.

LES PARATONNERRES A TIGES ÉLANCÉES ET POINTUES ATTIRENT-ILS LA FOUDRE ?

Je viens de prouver que la foudre ne produit point de dégât dans les bâtiments sur lesquels elle tombe, quand ces bâtiments se trouvent armés de bons paratonnerres. Les paratonnerres, pourvu qu'on les multiplie suffisamment, sont des préservatifs à peu près certains. Je ne connais aucun cas où ils se soient montrés inefficaces, sans qu'en même temps des défauts palpables de construction aient été immédiatement découverts. Je ne voudrais pas affirmer, cependant, que de très-rares exceptions fussent absolument impossibles. Si l'existence d'une action puissante des barres métalliques et particulièrement des barres pointues, soit sur la matière ful-

[redacted]

u'à raison du mode d'action qui leur est propre, rent la foudre; on prétend qu'une maison pourvue paratonnerre est plus souvent foudroyée que si le nnerre n'y était pas.

te opinion, Nollet la soutenait en 1764; Wilson s'en montra le très-ardent avocat; or, comme la itie du conducteur ne paraissait pas infaillible, la plicité des coups, conséquence présumée de l'action pointe, devait, suivant ces deux physiciens, anéan- au delà les bons effets du conducteur. Voilà comment rivèrent à déclarer que les paratonnerres de Franklin nt plus dangereux qu'utiles.

'exciterai probablement quelque surprise si j'affirme l y a des indices assez évidents de l'opinion que les tonnerres à tiges pointues augmentent le nombre des ps foudroyants, même dans les écrits de partisans les déclarés de l'invention de Franklin; mais, je le iande, que signifierait sans cela ce précepte de Toaldo: l'égard des magasins à poudre, il convient de se tenir la défensive, de ne pas placer de pointe sur l'édifice, le se contenter de mettre toutes les pièces métalliques on y remarque en communication avec le conducteur? » préjugé détourne beaucoup de personnes de recourir paratonnerres, par un sentiment analogue à celui qui tiendrait éloignées d'un épais parapet en terre, contre iel seraient incessamment dirigés les impuissants bou- d'une batterie; mais il sera renversé de fond en ible si l'on veut seulement prendre la peine d'examiner un peu d'attention les faits rapportés dans le cha- précédent.

Que voyons-nous, en effet, dans l'église de Carinthie? quatre ou cinq coups par an, tant que le paratonnerre n'existe pas, et un coup dans cinq ans après l'établissement de cet appareil.

Dans l'église de Charlestown, la diminution est telle qu'en quatorze ans il n'y a pas un seul coup foudroyant, tandis qu'à en juger par ce qui arrivait avant que le paratonnerre fût construit, on aurait dû en observer six ou sept.

Au Valentino, les paratonnerres de Beccaria font totalement disparaître les coups foudroyants qui précédemment étaient si communs.

Le Monument, à Londres, quoiqu'il n'ait qu'un paratonnerre accidentel, ne paraît pas avoir été foudroyé en cent soixante ans.

En 1814, à Plymouth, parmi un grand nombre de bâtiments qui séjournaient, comme d'habitude, dans *Hamoade*, l'un des trois ports de cette ville, un seul navire est atteint d'un coup foudroyant, et ce bâtiment est le seul aussi qui n'ait pas de paratonnerre.

[redacted]

maison de campagne, appartenant à la famille du
physicien Macédoine Melloni, est située près du
de Vallera, éloigné d'une petite lieue de la ville
ne; le belvédère de cette maison est dominé, à la
: de 50 à 60 mètres, par des chênes, des ormes,
ies et aussi par le clocher de l'église de Vallera.
itants de la contrée ne se rappellent pas que cette
ainsi que les arbres environnants et l'église, aient
été frappés de la foudre avant 1830, époque à
un paratonnerre fut placé sur le sommet du toit
vre le belvédère. Mais, dans l'été de 1831, la
tomba sur le paratonnerre en question, et avec
e violence, que la pointe assez épaisse, en cuivre
it entièrement fondue, et le conducteur fortement

tte relation, mise en regard du dire de tous les
ts, montre que la tige métallique fut la cause
nante de la chute de la foudre, elle prouve, de
ue cette tige, dont le conducteur se rendait dans
; renfermant toujours une certaine quantité d'eau,
parfaitement sa destination, car la maison ne
ucun dommage du coup foudroyant qui l'at-

ité beaucoup de cas, parce qu'en pareille matière
peut suppléer au nombre. Un fait, deux faits iso-
vorables ou contraires à la thèse que j'avais en
raient été sans importance. La cause de la curieuse
e exercée par les paratonnerres, et que nous
de constater, sera entrevue de tout le monde, en
rtant aux expériences de Beccaria sur le nombre

prodigieux d'étincelles que, dans des temps ora les tiges aiguës du Valentino enlevaient silencieu aux nuages. Au surplus, clair ou obscur sous le r théorique, le fait n'en est pas moins certain : les pa nerres n'ont pas seulement pour effet de rendre les foudroyants inoffensifs ; par leur influence, le nomb ces coups est, en outre, considérablement réduit.

CHAPITRE LIV.

DES MOYENS DE PRÉVENIR LES COUPS FOUDROYANTS QUI P RAIENT FRAPPER LES MONUMENTS ÉLEVÉS, TELS QUE LA COL DE LA PLACE VENDÔME ET L'OBÉLISQUE DE LOUQSOR.

Cette question a été vivement débattue à l'époq l'obélisque de Louqsor fut recouvert, dans sa partie rieure, d'un pyramidion formé d'une composition reuse artificielle et destinée à remplacer celui que l' subite de la foudre ou l'action lente d'autres mé atmosphériques avaient mutilé.

[redacted]

ırant de matière fulminaire, devenu à peine sensible, era un écoulement suffisant dans les pierres humides omposent le piédestal, et ensuite dans le pavé de la . On peut donc affirmer que, dans ce cas particulier, ıratonnerre ne produirait aucun effet utile.

ıssons maintenant à l'obélisque de Louqsor. Suppo- qu'au pyramidion actuel dont on a surmonté le ıment, on substitue un pyramidion en métal; qu'à un de ses angles correspondants à ceux de l'obé- ıe soit attachée une corde métallique descendant ı'au sol, ce qui n'altérera pas l'aspect monumental nonolithe, et ne cachera aucune partie des inscrip- ; hiéroglyphiques dont ses faces sont couvertes. Sup- ns, pour répondre à toutes les difficultés, que les re cordes dont il vient d'être parlé soient prolongées .vers la bâtisse du piédestal jusqu'au terrain humide, utes les conditions correspondant à un bon paraton- e se trouveront satisfaites; on pourra affirmer que :lisque ne courra aucun risque, quelle que soit l'in- .té des orages qui l'assailliront un jour.

a bonté de cette solution n'était pas contestée; on :t seulement que le monolithe, par sa masse, pouvait asser de toute protection artificielle, sans réfléchir lors même que le dégât se réduirait à l'enlèvement de que éclat du monument primitif, l'événement pour- avoir des conséquences fâcheuses pour l'art et pour :tudes archéologiques futures. Argumenter, pour se ırer, de la masse de l'obélisque, c'est ne pas se sou- r des faits que la science a enregistrés, c'est oublier ue nous avons déjà dit de la roche de 32 mètres

de long et de 3 mètres de large qui fut arraché p
coup de foudre, en Écosse, vers le milieu du siècl
nier, c'est ne tenir aucun compte de l'opinion pop
qui, suivant M. Mérimée, attribue à un coup de f
la chute et la rupture des fragments du grand men
Locmariaker. Remarquons que ces deux fragments
pèsent 250,000 kilogrammes.

CHAPITRE LV.

PHÉNOMÈNES PRODUITS PAR L'ÉLECTRICITÉ ARTIFICIELLE; DE RESSEMBLANCE AVEC LES PHÉNOMÈNES ENGENDRÉS PA MATIÈRE DE LA FOUDRE.

L'ambre jaune, lorsqu'il a été frotté, attire viv
les corps légers, tels que des barbes de plume, de
de paille, de la sciure de bois. Théophraste, par
Grecs, Pline, chez les Romains, citèrent déjà cett
priété, mais sans paraître y attacher plus d'impo
qu'à un simple accident de forme ou de couleur;
se doutaient pas qu'ils venaient de toucher au p



qu'on les frotte. Un de nos compatriotes, membre de adémie des sciences, Dufay, reconnut qu'il y avait différences essentielles entre l'électricité qui se déve- e à la surface du verre et celle qui, dans des cir- stances analogues, fait son apparition sur la surface résines : la première de ces électricités porte le nom ectricité vitrée ou positive, la seconde a été appelée ctricité résineuse ou négative.

upposons qu'une baguette électrisée résineusement mise en présence d'une baguette à la surface de elle on a excité l'électricité vitrée, on verra à l'instant rait de feu s'élancer d'une baguette sur l'autre, avec e particularité remarquable que le trait lumineux en stion, au lieu d'être droit, affectera la forme en zigzag noncée. Les mêmes phénomènes se montreront, quoi- avec un peu moins d'intensité, les distances restant mêmes, lorsqu'une baguette non électrisée sera mise présence d'une baguette électrisée positivement ou ativement.

i l'une des baguettes est terminée en pointe et se pré- te par cette portion à la baguette électrisée, cette der- e perd l'électricité; mais, dans ce cas, les manifes- ons lumineuses sont beaucoup moins tranchées. Toutes circonstances se retrouvent de point en point dans les nomènes qu'offre la matière fulminante naturelle : ez, par exemple, l'expérience de Beccaria, page 337, s laquelle le pouvoir tout à fait particulier des pointes rendu évident.

l'aide de l'électricité artificielle, on fond des fils talliques plus et moins longs et plus ou moins gros,

suivant la force de la machine employée; ces p
mènes, dans leur ensemble et dans leurs détails, r
blent parfaitement aux phénomènes de fusion p
par la foudre, que nous avons décrits avec de no
détails (chap. XVIII, XX, XXI).

Si un trait lumineux est produit dans une mass
ce trait acquiert exactement les mêmes propriét
qu'il naisse spontanément dans le fluide, soit q
vienne de quelques combinaisons particulières; ai
développera la même odeur dans les deux circon
ainsi, la fusion que le trait engendrera sera la mê
les deux cas; ainsi, la plaque métallique que le
frapper sera également percée d'une ou de deu
tures dans les deux cas, etc., etc., etc. Il n'est
circonstance dans laquelle le physicien ne sait pa
drer ce que la nature produit avec tant de facilit
sait pas donner naissance au tonnerre en boule;
pas produire ces agglomérations sphériques de
lesquelles se meuvent avec lenteur, sans perdre



et resta dans un état d'insensibilité complète pendant une heure.

Franklin reconnut qu'on peut, avec l'électricité artificielle accumulée dans deux jarres de 27 litres de capacité, tuer un dindon.

Ces deux exemples, rapprochés des cas nombreux dans lesquels nous avons vu la matière de la foudre tuer des hommes et des animaux, montrent l'analogie ou plutôt la parfaite identité des deux matières.

CHAPITRE LVI.

DU RÔLE DE LA FOUDRE DANS LA NATURE.

En parlant dans le chapitre XVII (p. 93) des modifications chimiques que la foudre fait subir à l'air atmosphérique, nous avons dit que les expériences de Cavendish faites en petit, dans le laboratoire, sur la production de l'acide nitrique à l'aide de l'azote et de l'oxygène de l'air, se combinant sous l'influence de l'électricité, devaient faire supposer que la foudre produit le même acide en sillonnant d'immenses étendues de l'atmosphère. Nous avons ajouté que quelques analyses de M. Liebig sur des pluies d'orage avaient démontré la vérité de cette conclusion. Plus récemment M. Barral, en analysant, mois par mois, toutes les eaux de pluie recueillies pendant deux années à l'Observatoire de Paris, a donné une plus haute idée de l'importance du rôle du passage de la matière de la foudre à travers les régions aériennes. M. Barral a trouvé constamment du nitrate d'ammoniaque dans les

eaux moyennes de chaque mois de l'année, c'est-à-dire même pour des époques où il ne tonne pas à Paris. Ce résultat n'a rien de contraire à l'origine électrique du nitrate d'ammoniaque [1], car d'après les résultats que nous avons réunis dans cette Notice, on doit reconnaître qu'il n'y a probablement pas un seul jour de l'année où l'on puisse dire qu'il n'a pas tonné ou éclairé en quelque lieu de la terre. Or, les nuages qui se résolvent en pluie à Paris, ont parcouru des régions dont il ne nous est pas permis de limiter l'étendue. Quand on considère le rôle important des sels ammoniacaux dans la végétation, on n'est pas éloigné de penser que peut-être l'explication des jachères est liée au passage de la matière de la foudre à travers l'atmosphère, que son dégagement soit lent, sans donner de lumière ou d'étincelles visibles, ou qu'il soit accompagné d'éclairs et de tonnerre.

Nous avons vu qu'il y a des localités où il tonne beaucoup plus souvent que dans des lieux peu éloignés. On sait aussi que les nitrières naturelles, que les grottes salpêtrées ne se rencontrent que dans des terrains particuliers. Il serait intéressant de chercher si les lieux où le salpêtre se forme dans des sols contenant d'ailleurs les alcalis terreux nécessaires à sa composition, ne sont pas dans des conditions spéciales relativement au dégagement de l'électricité atmosphérique; si, par exemple, il n'y tonne pas d'une manière exceptionnelle.

1. L'ammoniaque, formée, comme on sait, d'hydrogène et d'azote, peut elle-même provenir de la même cause électrique qui, décomposant l'eau atmosphérique, donnerait de l'hydrogène dans cet état que les chimistes appellent *état naissant* et qui est spécialement convenable pour sa combinaison avec l'azote de l'air.

CHAPITRE LVII.

SUR LA THÉORIE DE LA FOUDRE.

; pensons être parvenu à montrer l'identité de
cité ordinaire de nos laboratoires et de l'électri-
nosphérique. Mais il reste à expliquer d'où vient
ıse quantité de matière de la foudre qui circule
nt d'abondance dans les temps d'orage à travers
corps, et qui s'est accumulée en certains nuages
ire tout à coup explosion avec des effets si divers.
et est digne de l'attention de tous les amis des
s, et nous n'avons jamais cessé de le placer parmi
ets sur lesquels devaient spécialement porter les
ions données aux voyageurs et aux météorolo-
Dans le cours de notre Notice sur le tonnerre, nous
eu soin de montrer les points nombreux sur les-
était nécessaire de réunir un plus grand nombre
vations. Nous placerons seulement ici l'indication
lques particularités que nous avons cru devoir
ıander soit aux officiers de *la Bonite*, pour le
de circumnavigation que ce navire a accompli
6 et 1837, soit aux expéditions scientifiques du
t de l'Algérie.

§ 1er. — Des lieux où il ne tonne jamais.

; avons dit que probablement il y avait en pleine
; lieux où il ne tonne jamais. En Norvége, assure-
es orages deviennent d'autant plus rares qu'on

s'éloigne davantage des côtes maritimes. S'il fallait s'en rapporter à quelques voyageurs, il y aurait déjà, sous ce rapport, des différences notables entre l'entrée et le fond de chacune des immenses baies dont le pays est sillonné. C'est un sujet d'observations bien digne de l'attention des météorologistes.

§ 2. — Électricité près des cascades.

En 1786, Tralles trouva près de la cascade du Staubbach, que la pluie extrêmement fine qui s'en détachait donnait des signes manifestes d'électricité négative. Le Reichenbach lui offrit les mêmes phénomènes. Volta, peu de temps après, vérifia l'exactitude de l'observation de Tralles, non-seulement sur la cascade de Pissevache, mais encore partout où une chute d'eau, quelque insignifiante qu'elle fût, donnait lieu, par l'intermédiaire du vent, à la dispersion de petites gouttelettes. Comme Tralles, l'électricité lui parut toujours négative.

Le physicien de Berne attribua d'abord l'électricité à [redacted]

chargée d'électricité positive. Au moment où cette eau se divisera en mille gouttelettes, elle ne pourra manquer de porter l'électricité dont l'induction de l'atmosphère l'avait imprégnée, sur tous les objets qu'elle rencontrera.

La théorie de M. le professeur Belli est susceptible d'une épreuve qui, d'un seul coup, en *démontrera* l'exactitude ou la fausseté. Si elle est vraie, l'électricité du nuage dont les cascades sont entourées n'aura pas toujours le même signe : elle sera négative si l'atmosphère est positive; on la trouvera positive, au contraire, quand les nuages seront négatifs. Ce sont donc des observations faites dans des temps orageux et non par un ciel serein, qui permettront de choisir entre la théorie de Volta et celle de M. Belli.

§ 3. — Explication des transports occasionnés par la foudre.

Nous avons eu l'occasion de citer (p. 219 et 249) les expériences de M. Fusinieri, qui a étudié les effets de la foudre sous un point de vue entièrement neuf.

Suivant ce physicien, les étincelles électriques provenant des machines ordinaires, que nous voyons traverser l'air, contiennent du laiton en fusion et des molécules incandescentes de zinc, quand elles émanent d'un conducteur en laiton; si les étincelles partent d'une boule d'argent, elles contiennent des particules impalpables d'argent. Une sphère en or donne naissance, de la même manière, à des étincelles qui, pendant leur trajet dans l'atmosphère, renferment de l'or fondu, etc., etc.

Dans le centre de toutes ces étincelles, il y a des molécules seulement fondues; mais sur le contour exté-

rieur, les parcelles métalliques éprouvent une combustion plus ou moins forte par leur contact avec l'oxygène de l'atmosphère.

Lorsqu'une étincelle provenant d'une boule d'or traverse une plaque d'argent même assez épaisse, on aperçoit sur les deux surfaces de cette plaque, au point d'entrée et au point de sortie du jet électrique, une couche circulaire d'or dont l'épaisseur doit être bien petite, puisque la volatilisation naturelle suffit pour la faire disparaître en entier au bout de quelque temps. Suivant M. Fusinieri, ces deux taches métalliques se forment aux dépens de l'or en fusion que contient l'étincelle électrique. Le dépôt sur la première face n'aurait rien d'extraordinaire; mais en adoptant pour la tache de la surface de sortie l'explication du physicien italien, on est obligé d'admettre que l'or disséminé dans l'étincelle primitive a traversé avec elle, du moins en partie, toute l'épaisseur de la plaque d'argent.

Il n'est sans doute pas nécessaire d'ajouter qu'une étin-

métal sur le cuivre, mais aussi transport du cuivre sur l'argent. Je n'insisterai pas davantage sur ces phénomènes; je ne les ai même cités ici qu'afin de montrer que les étincelles de nos machines ordinaires contiennent des matières pondérables.

M. Fusinieri prétend qu'il existe de semblables matières dans la foudre; qu'elles y sont aussi à l'état de grande division, d'ignition et de combustion. Suivant ce physicien, des matières transportées sont la véritable cause des odeurs passagères que laisse le tonnerre partout où il éclate, comme aussi des dépôts pulvérulents dont demeurent entourées les fractures à travers lesquelles la matière électrique s'ouvre un passage. Ces dépôts, jusqu'ici beaucoup trop négligés des observateurs, ont offert à M. Fusinieri du fer métallique, du fer à divers degrés d'oxydation, et du soufre. Les taches ferrugineuses laissées sur les murs des maisons pourraient, à la rigueur, provenir du fer dont la foudre se serait chargée aux dépens de celui qui fait partie des bâtisses de tout genre; mais que dirait-on des taches sulfureuses de ces mêmes murs, et surtout des taches ferrugineuses qu'on trouve en rase campagne sur les arbres foudroyés. M. Fusinieri se croit donc autorisé à conclure de ses expériences que l'atmosphère renferme à toute hauteur, ou du moins jusqu'à la région des nuées orageuses, du fer, du soufre, et d'autres matières sur la nature desquelles l'analyse chimique est restée jusqu'ici muette; que l'étincelle électrique s'en imprègne et qu'elle les transporte à la surface de la terre, où elles vont former de très-minces dépôts autour des points foudroyés.

Cette manière nouvelle d'envisager les phénomènes électriques mérite assurément d'être suivie avec l'exactitude que comporte l'état actuel de la science. Tous ceux qui seront témoins de la chute de la foudre feront donc une chose très-utile en recueillant avec soin la matière noire ou colorée que le fluide électrique semble avoir déposée sur toutes les parties de sa route où il a dû y avoir des changements brusques de vitesse. Une analyse chimique scrupuleuse de ces dépôts peut conduire à des découvertes inattendues et d'une grande importance.

ÉLECTRO-MAGNÉTISME[1].

I.

DES RECHERCHES FAITES EN FRANCE AVEC LA PILE.

Les premières lignes que j'ai écrites sur l'électricité m'ont été suggérées par un passage de la *Bibliothèque universelle* de Genève, à l'occasion des expériences galvaniques de M. Children. Je reproduis ici ces lignes insérées dans les *Annales de chimie et de physique* de 1816, parce qu'elles montrent le peu de fondement des reproches prématurés qu'on a faits à une grande nation comme la France, de ne pas s'efforcer toujours de tirer parti de toutes les découvertes nouvelles pour donner aux sciences une impulsion constamment active.

Voici donc ce que j'ai dit en 1816 :

« Les rédacteurs de la *Bibliothèque universelle* ont fait précéder le compte qu'ils viennent de rendre (cahier de février 1816) des expériences galvaniques que M. Children a publiées dans le dernier volume des *Transactions philosophiques*, d'un paragraphe dont voici la substance :

« Une somme assez considérable fut accordée en France, « il y a quelques années pour la construction d'un appa- « reil voltaïque qui serait mis à la disposition des chimistes « les plus habiles. On dut espérer des merveilles de

1. Œuvre posthume.

« cette belle dotation; l'effet s'en réduisit à cette sorte de « galvanisme moral, à une de ces secousses d'opinion « que le chef du gouvernement visait toujours à pro« duire.... Et nous n'avons pas *ouï dire*, continuent-ils, « que la science y ait plus gagné que l'art ne profita du « million promis à l'inventeur de la meilleure machine à « filer le lin ou le chanvre. Ce n'est pas en dehors du « savant ou de l'artiste qu'il faut chercher le principe « vivifiant du génie et générateur des découvertes; c'est « dans l'âme, dans le caractère personnel de l'individu « que gît ce feu sacré, etc. . . . . CHILDREN, « simple particulier de Londres, etc. »

« Ce passage, dans lequel on réduit ainsi à zéro, d'un trait de plume, les expériences des deux chimistes français, MM. Gay-Lussac et Thénard, à qui fut confiée la grande pile de l'École polytechnique, aurait été sans doute parfaitement bien placé dans la *Bibliothèque britannique;* mais j'avoue que le nouveau titre qu'on vient de donner à ce journal me faisait espérer plus d'impartialité. Puisque les rédacteurs n'ont jamais *ouï dire* que la science ait tiré aucun profit de cet instrument, je suis bien aise de leur apprendre ou de leur rappeler qu'il existe un ouvrage en deux volumes de MM. Gay-Lussac et Thénard, qui remonte à l'année 1811; que cet ouvrage, qui a pour titre : *Recherches physico-chimiques faites sur la pile*, etc., renferme un chapitre très-étendu sur les causes qui font varier l'énergie d'une batterie galvanique; sur la mesure de ses effets; sur l'influence qu'exerce, suivant sa nature, le liquide contenu dans les auges ou dans le récipient; sur les variations d'intensité qui peuvent

endre du nombre et de la surface des plaques em-
rées, etc. Il ne m'appartient pas de fixer la place que
travail peut mériter; mais assurément on ne pourra
npêcher de trouver étrange que MM. les rédacteurs
quent aussi amèrement et d'une manière si gratuite
recherches qui se rattachent à l'une des questions
plus délicates de la physique, à moins qu'on ne leur
pose l'intention de produire à leur tour, chez l'étran-
:, une secousse de galvanisme moral! Quoi qu'il en
t, je ne doute pas que MM. les rédacteurs n'eussent
eux rempli l'attente des lecteurs de tous les pays, qui
ntéressent véritablement au progrès des sciences, s'ils
aient substitué au paragraphe injurieux qui a occa-
nné ces remarques, quelques détails sur les effets qu'on
ut attendre des piles de grandes dimensions; sur les
constances de leur construction qui les rendent propres
roduire tel ou tel autre genre de phénomènes; sur le
u de durée de leur action; sur les dépenses considé-
bles qu'elles entraînent; sur les petites quantités de réac-
s qu'elles fournissent, etc.; s'ils avaient rappelé que,
ns quelques circonstances, l'action bien dirigée des
ents chimiques ordinaires produit des effets qu'on ne
ut obtenir par le galvanisme; et ici serait venue se pla-
: naturellement l'indication des tentatives infructueuses
e le célèbre Davy avait faites pour décomposer l'acide
racique avec la pile, à côté des procédés purement
miques qui conduisirent MM. Gay-Lussac et Thé-
rd à cette découverte importante, etc. Puisqu'on sup-
sait que l'intéressant Mémoire de M. Children ne
ıvait se passer d'un préambule, il aurait été, ce me

connue, il est juste de rappeler que déjà l'inf
des grandes surfaces des éléments de la pile av
miques et annoncée en France, depuis plus de di
dans un travail qui est dû à MM. Thénard et Ha
et qui a été imprimé par extrait dans le 11e cah
Journal de l'École polytechnique, etc. L'examen de
ces questions aurait, il est vrai, exigé d'assez l
recherches : mais n'est-il pas convenable que ce
veulent exercer une espèce de magistrature s
sciences prennent la peine de les étudier, et q
distribuent pas la louange ou le blâme d'après
dire.

« Je serais bien tenté de demander à MM. les
teurs de la *Bibliothèque universelle* où ils ont ap
l'étude des sciences physiques est tombée en
dans un grand discrédit (voyez leur 2e numéro,
mais pour le moment, je n'ajouterai plus qu'un
ce sera qu'ils étaient très-mal informés en annon
les travaux des mécaniciens qui se sont occup
filature du lin n'ont produit aucun résultat utile.



II.

AIMANTATION DU FER ET DE L'ACIER PAR L'ACTION DU COURANT VOLTAÏQUE.

Dans les procès-verbaux des séances du Bureau des longitudes, on lit ce qui suit à la date du 20 septembre 1820 : « M. Arago parle d'une nouvelle expérience, de laquelle il résulte que la pile voltaïque aimante le fer doux. »

Le 25 septembre, je rendis compte de mes expériences à l'Académie des sciences, et plusieurs mois avant que sir Humphry Davy lût un Mémoire sur ce sujet à la Société royale de Londres, le *Moniteur* parla de la découverte que j'avais faite, dans les termes suivants :

« M. Arago annonce avoir remarqué que le fil conjonctif qui établit la communication entre les deux pôles de la pile de Volta, se charge de limaille de fer comme le ferait un aimant. Ce fil n'agit donc pas seulement sur les aiguilles déjà aimantées, mais il développe encore le magnétisme dans le fer qui n'a pas été soumis à une aimantation préalable. Aussi, des aiguilles de boussole non aimantées sont-elles déviées par l'action du fil conjonctif. »

Mes expériences ont eu pour point de départ la brillante découverte d'Œrsted, qui m'a été communiquée, en 1810, à Genève, par Pictet. Cette découverte, quelque singuliers que pussent en paraître les résultats, ne pouvait laisser aucun doute dans l'esprit des savants; cependant je fus heureux que M. le professeur de La Rive, qui

a lui-même découvert des phénomènes curieux a puissantes piles voltaïques qu'il possède, voulût bi permettre d'assister à la vérification qu'il fit, à laboratoire de Genève, des expériences d'Œrsted MM. Prévost, Pictet, de Saussure, Marcet, d dolle, etc., j'ai pu me convaincre moi-même de l tude des résultats principaux donnés par le savant savoir : 1° qu'un fil métallique en communicati les deux pôles de la pile agit sur l'aiguille ai 2° que la nature de cette action dépend, sino position de la pile, du moins de la direction dans l les fluides positif et négatif se meuvent dans le ducteur, relativement aux pôles de l'aiguille ; 3° q *fil conducteur est placé au-dessous de l'aiguille, duira une déviation en sens inverse de celle qu' sionnait quand il était au-dessus.* M. de La Riv les expériences, tantôt en tenant l'aiguille seule récipient d'une machine pneumatique, tantôt en y à la fois l'aiguille et le fil conducteur : les résu



blissent ce résultat, dans l'ordre, à fort peu près, où elles ont été faites.

« Ayant adapté un fil cylindrique de cuivre assez fin, à l'un des pôles de la pile voltaïque, je remarquai qu'à l'instant où ce fil était en communication avec le pôle opposé, il attirait la limaille de fer doux, comme l'eût fait un véritable aimant.

« Le fil, plongé dans la limaille, s'en chargeait également tout autour, et acquérait, par cette addition, un diamètre presque égal à celui d'un tuyau de plume ordinaire.

« Aussitôt que le fil conjonctif cessait d'être en communication avec les deux pôles de la pile *à la fois*, la limaille se détachait du fil et tombait.

« Ces effets ne dépendaient pas d'une aimantation préalable de la limaille, puisque des fils de fer doux ou d'acier n'en attiraient aucune parcelle.

« On les expliquerait tout aussi peu, en les attribuant à des actions électriques ordinaires; car, en répétant l'expérience avec des limailles de cuivre et de laiton, ou avec de la sciure de bois, on trouve qu'elles ne s'attachent, dans aucun cas, d'une manière sensible au fil conjonctif.

« Cette attraction, que le fil conjonctif exerce sur la limaille de fer, diminue fort rapidement à mesure que l'action de la pile s'affaiblit. Peut-être trouvera-t-on, un jour, dans le poids de la quantité de limaille soulevée par une longueur donnée de fil, la mesure de l'énergie de cet instrument, aux différentes époques d'une même expérience.

« L'action du fil conjonctif sur le fer s'exerce
tance : il est facile de voir, en effet, que la lim
soulève bien avant que le fil soit en contact avec

« Je n'ai parlé jusqu'ici que d'un fil conjoncti
ton ; mais des fils d'argent, de platine, etc.,
des résultats analogues. Il reste toutefois à ét
à parité de forme, de masse ou de diamètre
de différents métaux agissent exactement avec
intensité.

« Le fil conjonctif ne communique au fer do
aimantation momentanée ; si l'on se sert de p
celles d'acier, on leur donne, parfois, une ai
permanente. Je suis même parvenu à aimanter
plétement une aiguille à coudre. »

Le fil conjonctif de cuivre est doué, comm
d'une vertu magnétique très-intense, tant qu'i
nique avec les deux pôles de la pile. Il m'est a
d'une fois de lui trouver encore des traces de
priété quelques instants après que la communica
les deux pôles avait été totalement interrompue



III.

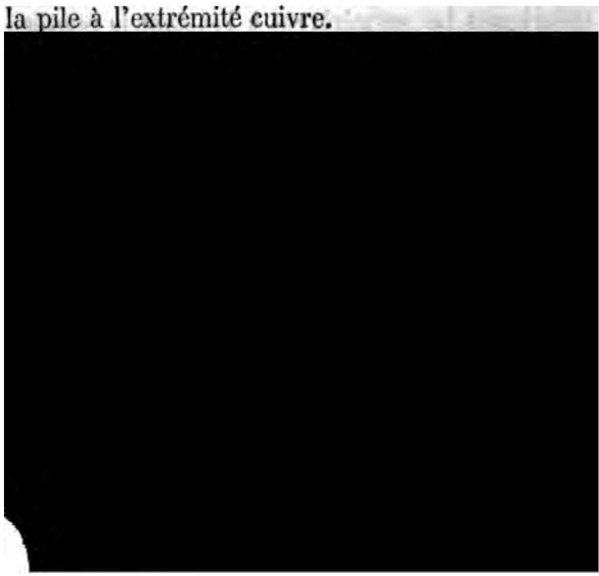
AIMANTATION D'UNE AIGUILLE AU MOYEN DU PASSAGE DU COURANT ÉLECTRIQUE EN HÉLICE.

Ampère, à qui je montrais les expériences que je viens de rapporter dans le chapitre précédent, venait de faire l'importante découverte que deux fils rectilignes et parallèles, à travers lesquels passent deux courants électriques, s'attirent quand les courants se meuvent dans le même sens, et se repoussent quand ils sont dirigés en sens contraires; il avait de plus tiré de là, par analogie, cette conséquence que les propriétés attractives et répulsives des aimants dépendent de courants électriques qui circulent autour des molécules du fer et de l'acier, dans une direction perpendiculaire à la ligne qui joint les deux pôles. Ampère supposait encore que sur une aiguille horizontale dirigée au nord, le courant dans la partie supérieure se mouvait de l'ouest à l'est. Ces vues théoriques lui suggérèrent à l'instant la pensée qu'on obtiendrait une plus forte aimantation en substituant au fil conjonctif droit dont je m'étais servi, un fil plié en hélice au centre de laquelle l'aiguille d'acier serait placée; il espérait de plus qu'on obtiendrait par là une position constante des pôles, ce qui n'arriverait pas dans ma méthode. Voici comment nous avons soumis, Ampère et moi, ces conjectures à l'épreuve de l'expérience.

Un fil de cuivre roulé en hélice était terminé par deux portions rectilignes qui pouvaient s'adapter, à vo-

lonté, aux pôles opposés d'une forte pile voltaïque
zontale; une aiguille d'acier, enveloppée de papi
introduite dans l'hélice, mais après seulement
communication entre les deux pôles eut été é
afin que l'effet qu'on attendait ne pût pas êtr
bué à la décharge électrique, qui se manifeste
stant même où le fil conjonctif aboutit aux deu
Pendant l'expérience, la portion de ce fil, d
quelle l'aiguille d'acier était renfermée, demeu
stamment perpendiculaire au méridien magnéti
sorte qu'on n'avait rien à craindre de l'action d
terrestre.

Or, après quelques minutes de séjour dans l
l'aiguille d'acier avait reçu une assez forte dose
gnétisme; la position des pôles nord et sud se
d'ailleurs parfaitement conforme au résultat
père avait déduit, à l'avance, de la direction des
de l'hélice, et de l'hypothèse que le courant él
parcourt le fil conjonctif en allant de l'extrémité
la pile à l'extrémité cuivre.



a toujours prévoir, à l'avance, où viendront se r les pôles nord et sud.

s réfléchissant, toutefois, sur les discordances sines que les expériences d'aimantation *par des dé-ges électriques*, ont présentées aux physiciens qui se occupés de cette recherche, il me semblait nécesde soumettre à des épreuves plus décisives les phé-ènes des courants en hélice. Le lecteur va juger si avons atteint ce but.

imaginai d'abord de former, avec un fil de cuivre, s hélices symétriques[1], chacune de 5 centimètres ron, et séparées par une partie rectiligne du même les spires de l'une des hélices tournaient dans un s celles de l'autre dans le sens contraire, mais avec inclinaisons pareilles; les diamètres étaient égaux. Un acier renfermé dans un petit tube de verre fut déposé s la première hélice; je plaçai ensuite un fil parfaiment semblable au précédent, et garanti aussi de toute harge électrique par une enveloppe vitreuse, dans

Ces hélices symétriques sont semblables à celles que les botas ont désignées par les mots *dextrorsum* pour l'une, et *sinisrum* pour l'autre. Leurs diamètres sont égaux; les spires qui omposent ont des inclinaisons pareilles; mais elles ne peuvent is être superposées, de quelque manière qu'on les présente à l'autre : en sorte qu'un renversement quelconque ne les fait changer d'espèce. L'hélice tournée *dextrorsum* est celle que ture nous offre dans un grand nombre de plantes grimpantes; aussi presque la seule qu'on emploie dans les arts.
cylindre d'acier renfermé dans une hélice *dextrorsum* acquiert ôle austral (celui qui se dirige au nord) du côté négatif, ou e, du fil conducteur; tandis que ce même pôle se formera du positif, ou zinc, si l'on se sert de l'hélice *sinistrorsum*. Ces tats sont conformes à la théorie d'Ampère.

l'hélice voisine ; un petit bout de fil de cuivre étal
une communication constante entre cette dernièr
et le pôle positif de la pile; dès lors, pour com
l'expérience, il suffisait d'attacher au pôle néga
qui partait de l'extrémité de la seconde hélice
l'instant où cette communication avait lieu, l'él
accumulée au pôle positif de l'instrument s'écou
la partie droite du fil conjonctif, atteignait la p
hélice, suivait graduellement toutes ses spires, a
la seconde hélice par le fil droit qui la sépara
précédente, et après l'avoir parcourue, se rendait
négatif. Les deux fils d'acier se trouvaient donc
l'un et l'autre, durant l'expérience, à l'action d'
rant galvanique de même force; ce courant, en
se mouvait dans une seule direction; mais s'il cir
gauche à droite autour du premier fil, ce même
ment s'exécutait de droite à gauche autour du
Or, dans toutes les expériences de ce genre q
avons faites chez Ampère avec une pile assez f
possédait, il a suffi de ce simple changement

IV.

POINTS CONSÉQUENTS PRODUITS DANS L'AIMANTATION DES FILS D'ACIER PAR DES COURANTS EN HÉLICE.

Je pliai le fil de cuivre en hélice, de droite à gauche, sur une longueur de 5 centimètres; ensuite de gauche à droite, sur une longueur égale; puis enfin, une seconde fois, de droite à gauche : ces trois hélices étaient séparées par des portions rectilignes du même fil.

Un seul et même fil d'acier, suffisamment long, de plus d'un millimètre de diamètre, et enveloppé d'un tube de verre, fut placé dans les trois hélices à la fois. Le courant galvanique, en parcourant les spires de ces diverses hélices, aimanta les portions corresponantes du fil d'acier, comme si elles avaient été séparées les unes des autres. Je remarquai, en effet, qu'à l'un des bouts se trouvait un pôle nord; à 5 centimètres de distance, un pôle sud; plus loin, un second pôle sud suivi d'un pôle nord; enfin, un troisième pôle nord, et à 5 centimètres de là ou à l'autre extrémité de l'aiguille, un pôle sud. On pourrait donc, par cette méthode, multiplier à volonté ces pôles intermédiaires que les physiciens ont désignés par le nom de *points conséquents.*

Je dois faire remarquer cependant qu'en général, dans ces expériences, l'influence des hélices s'exerce non-seulement sur les portions de fil d'acier qu'elles renferment, mais encore sur des parties voisines; en sorte, par exemple, que si l'intervalle compris entre les hélices

[illegible] de fil d'acier, [illegible]

[illegible] elles-mêmes [illegible]

[illegible]

[illegible] d'Empire, [illegible]

[illegible] au delà des [illegible]

[illegible] quelles étaient [illegible] position des [illegible] j'ai trouvé [illegible] que [illegible] fil d'acier [illegible] L'aiguille [illegible] premières expé[illegible] mais alors [illegible] n'était [illegible] facilement l'i[illegible] de ses extrém[illegible]



et moi, que la vertu magnétique développée par le fil est très-forte lorsqu'on le fait circuler autour d'une spirale, enroulant à distance et plusieurs fois les lames qu'on veut aimanter.

S'il est vrai que les expériences qui constatèrent l'exactitude de ce résultat furent faites conjointement par mon ami et par moi, je dois déclarer que c'est Ampère qui, conduit par ses idées théoriques, conçut la possibilité de cette augmentation de force.

Le développement momentané du magnétisme dans une masse de fer doux par l'action du courant voltaïque, est le principe sur lequel repose le mode d'action de la plupart des télégraphes électriques.

VI.

PROJET D'EXPÉRIENCE SUR LE MAGNÉTISME DE LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE.

A la suite du Mémoire qui précède sur l'aimantation du fer et de l'acier par l'action à distance du courant voltaïque, j'ai fait les observations qui suivent :

« Il existe, à l'Institution royale de Londres, une pile voltaïque composée de 2,000 doubles plaques de 10 centimètres en carré. En se servant de ce puissant appareil, sir Humphry Davy a reconnu qu'il se produit une décharge électrique entre deux pointes de charbon adaptées aux extrémités des conducteurs positif et négatif, alors même que ces pointes sont encore distantes l'une de l'autre de 6 à 8 dixièmes de millimètre. Le premier effet de la décharge est de rougir le charbon : or, aussitôt que l'in-

incandescence est établie, les pointes peuvent être g
graduellement éloignées jusqu'à 10 centimètres, sans
pour cela la lumière intermédiaire se rompe. Cette
lumière est extrêmement vive et plus large dans son m
qu'à ses extrémités : elle a la forme d'un arc.

« L'expérience réussit d'autant mieux que l'air es
raréfié. Sous une pression de 6 millimètres, la
charge d'une pointe de charbon à l'autre commença
distance de 13 millimètres; ensuite, en éloignant
graduellement les charbons, sir Humphry Davy obtin
flamme pourpre continue et qui avait jusqu'à 18
timètres de longueur.

« Il est sans doute très-naturel de supposer
seul courant électrique agira sur l'aiguille aimanté
comme s'il se mouvait le long d'un fil conjonctif
lique. Néanmoins, l'expérience me semble mériter
recommandée aux physiciens qui ont à leur d
tion des piles voltaïques d'une grande force, su
cause des vues qu'elle peut faire naître relativem
aurores boréales. Ne serait-ce pas d'ailleurs, in

lumineux ne repousse pas ou n'attire pas le courant électrique lui-même, mais seulement les particules de carbone transportées d'un pôle à l'autre et traversées par le courant.

VII.

AIMANTATION PAR L'ACTION DE L'ÉLECTRICITÉ ORDINAIRE.

Le procès-verbal de la séance du 6 novembre 1820, de l'Académie des sciences, porte « que j'ai annoncé verbalement avoir produit, à l'aide de l'électricité ordinaire, tous les phénomènes d'aimantation que j'avais déjà observés en me servant de l'électricité voltaïque. » Le *Moniteur* du 10 novembre fait mention de mes expériences dans les termes suivants :

« M. Arago a annoncé qu'il avait aimanté des fils d'acier en les plaçant dans des tubes de verre enveloppés par des hélices de fil métallique le long desquelles il a fait passer des étincelles électriques, ce qui présente une nouvelle analogie entre les modes d'action des électricités ordinaire et voltaïque. Les pôles nord et sud, dans cette expérience, se formaient à l'une ou l'autre extrémité des fils, suivant le sens du courant et celui des spires de l'hélice. M. Arago produisait autant de points conséquents qu'il changeait de fois le sens de cette hélice sur la longueur du fil, ainsi qu'il l'avait déjà fait au moyen d'une pile voltaïque. Il a remarqué, en outre, que l'hélice n'avait plus d'action sur le fil d'acier dès que celui-ci était en dehors, lors même qu'il la touchait. »

On voit que ces phénomènes dans lesquels l'aimanta-

tion est obtenue par une action à distance, doivent
soigneusement distingués des expériences sur l'ai
concordantes que firent jadis Wilke [1], Franklin [2], Gil
bert [3], Beccaria [4], Van Swinden [5], Van Marum [6], s
l'aimantation d'aiguilles d'acier à travers lesquel
faisaient passer l'étincelle.

Franklin parle de l'aimantation produite par la
charge électrique dans une lettre datée du 27 juillet 17
Il se servait, pour ses expériences, d'aiguilles à cou
à travers lesquelles il faisait passer la décharge p
nant de quatre grandes jarres de verre. Voici ses
sultats :

Le magnétisme est à son maximum, pour une déch
donnée, si l'aiguille est située du nord au sud ; le m
mum a lieu dans la direction est-ouest.

Si l'aiguille est placée de l'est à l'ouest au mome
la décharge, le bout par lequel entrera le feu élec
se trouvera au nord quand l'aiguille sera suspendue.

Si l'aiguille, au moment de l'explosion, est plac

changer les pôles d'une aiguille de boussole quand elle est dans sa position naturelle : on sait cependant que la foudre produit cet effet.

Dans ma Notice sur le tonnerre, j'ai parlé (chap. XXV, p. 133) de l'aimantation par la foudre ; j'ajouterai ici deux faits dont il n'a pas été question alors.

Le tonnerre tomba dans la boutique d'un horloger, à Saint-André en Dauphiné, en août 1739, et brisa une lime à 19 centimètres du manche ; la partie détachée avait 11 centimètres de long et s'était assez fortement aimantée pour enlever des clefs ; on s'en servit pour communiquer le magnétisme à un couteau.

Le fragment de 11 centimètres fut brisé en deux. L'une des deux parties attirait le fer par ses deux bouts ; l'autre (celle où se trouvait la pointe de la lime) n'attirait que dans le voisinage de la fracture (*Trans. philos.*, vol. XLI, p. 614-615).

Plusieurs physiciens ont remarqué qu'une lame d'acier s'aimante quand on la rompt ou quand on la brise ; or, la lime de l'horloger ayant été brisée, on ne pourrait pas conclure du fait précédent, s'il était unique, que la foudre, comme telle, est capable d'aimanter l'acier.

Franklin parle, dans une de ses lettres en date du 27 juillet 1750, de la relation, écrite par le capitaine Waddel, sur les effets produits à bord de son bâtiment par un coup de foudre : quelques-unes de ses aiguilles de boussole *avaient perdu tout leur magnétisme;* dans d'autres, les pôles furent changés, et la pointe nord se tourna vers le sud.

VIII.

DU MAGNÉTISME DE ROTATION.

La première publication que j'ai faite de cett
verte est ainsi mentionnée dans le procès-verb
séance du 22 novembre 1824 de l'Académie des s

« M. Arago communique verbalement les rés
quelques expériences qu'il a faites sur l'influenc
métaux et beaucoup d'autres substances exe
l'aiguille aimantée, et qui a pour effet de dimi
dement l'amplitude des oscillations sans altérer
ment leur durée. »

J'avais reconnu, en déterminant avec mon an
dre de Humboldt l'intensité magnétique sur la
la colline de Greenwich, en 1822, que l'aiguille
naison mise en mouvement atteint plus tôt le re
elle est placée dans sa boîte que quand elle es
de tous corps étrangers. Cette remarque m'av

[redacted]



communication à l'Académie des sciences; elle est ainsi mentionnée dans les *Annales de chimie et de physique* (t. XXVIII, p. 325) :

« M. Arago met sous les yeux de l'Académie un appareil qui montre sous une forme nouvelle l'action que les corps aimantés et ceux qui ne le sont pas exercent les uns sur les autres.

« Dans ses premières expériences, M. Arago avait prouvé qu'une lame de cuivre ou de toute autre substance solide ou liquide, placée au-dessous d'une aiguille aimantée, exerce sur cette aiguille une action qui a pour effet immédiat d'altérer l'amplitude des oscillations, sans changer sensiblement leur durée. Le phénomène dont il a entretenu l'Académie est, pour ainsi dire, l'inverse du précédent. Puisqu'une aiguille en mouvement est arrêtée par une plaque en repos, M. Arago a pensé qu'il s'ensuivait qu'une aiguille en repos serait entraînée par une plaque en mouvement. Si l'on fait tourner, en effet, une plaque de cuivre, par exemple, avec une vitesse déterminée, sous une aiguille aimantée renfermée dans un vase fermé de toutes parts, l'aiguille ne se place plus dans sa position ordinaire : elle s'arrête hors du méridien magnétique, et d'autant plus loin de ce plan, que le mouvement de rotation est plus rapide. Si ce mouvement de rotation est suffisamment prompt, l'aiguille, à toute distance de la plaque, tourne sur elle-même d'une manière continue autour du fil auquel elle est suspendue. »

Après la publication de ma découverte et de mes expériences, que je répétai devant un grand nombre de personnes, plusieurs physiciens anglais, suisses, italiens,

[illegible] les mêmes phénomènes; leurs recherches [illegible] mes résultats. Cependant, il se tr[illegible] de la *Bibliothèque universelle* [illegible] un Mémoire de MM. Léopold Nobili et [illegible]. Ce Mémoire renferme diverses expérien[illegible] quelques-unes des miennes, [illegible] qu'il n'est pas vrai qu[illegible] une action particul[illegible] aimantée en mouveme[illegible] m'a imposé le devoir [illegible] sans réponse, et j'ai [illegible] tome XXXII des *Annales* [illegible] 1826, et tout à l'h[illegible]. Cependant je dois [illegible] dans le temps, j'ai att[illegible] plus tard, reco[illegible]. Ce que j'ai éc[illegible] savant illustre, [illegible] des sciences et m[illegible]



distinction flatteuse que la Société royale de Londres avait daigné leur accorder. Je me trompais cependant : un journal d'Edinburgh me l'a appris ; voici ce que je lis dans le numéro 7 de ce journal : « Peu de branches des sciences modernes doivent exciter un plus vif intérêt que celle qui traite de l'influence de la rotation sur les phénomènes magnétiques. Nous sommes fiers (*proud*) de penser que cette découverte remarquable a été faite premièrement dans notre propre pays ; et qu'à l'exception d'un petit nombre d'importantes expériences faites en France, elle a été exclusivement suivie par les membres de la Société royale. »

La décision, comme on voit, est claire, positive, tranchante. Ce genre de mérite se trouve souvent dans le journal d'Edinburgh ; quant à l'exactitude et à la vérité, on les remarque moins fréquemment. Je crois toutefois que l'écrivain écossais n'en avait jamais fait abstraction d'une manière plus formelle que dans le passage qu'on vient de lire : quelques dates vont le prouver.

Le 22 novembre 1824, je communiquai à l'Académie des sciences les expériences relatives à l'influence qu'un corps métallique ou de toute autre nature en repos, exerce sur les aiguilles aimantées qui oscillent à peu de distance de sa surface. Cette expérience fut consignée les 23 et 24 novembre, dans la plupart des journaux de la capitale. Elle est même rapportée, d'après une lettre de Paris, dans le numéro du journal d'Edinburgh qui a paru le 1er janvier 1825.

Quant à l'expérience de l'entraînement de l'aiguille en repos par une plaque métallique en mouvement, elle a été

communiquée à l'Académie des sciences, com
vu plus tard, le lundi 7 mars 1825; elle a été di
faisant tourner avec des vitesses diverses une pl
tallique sous une aiguille placée dans une cage
et séparée de la plaque en mouvement par u
verre, pour la défendre de toutes les agitation
L'horloge qui donnait le mouvement était enfe
mée. Cet appareil est aujourd'hui dans tous le
de physique. Mais il faut remarquer que l'e
nouvelle n'est que celle du 22 novembre sous u
différente; elle s'en déduit par ce principe de m
admis généralement, que la réaction est égale
La rotation sert à étudier les phénomènes tout
qu'on a besoin de très-grandes vitesses; les c
s'emploient de préférence quand il faut opére
liquides ou sur des poussières. Les conséquenc
leurs, sont les mêmes dans les deux cas. Passo
nant aux dates des Mémoires anglais.

M. Barlow a déposé, à la Société royale, so



la priorité dont il gratifie si bénévolement ses compatriotes : c'est de prouver que le 22 novembre 1824 et le 7 mars suivant sont postérieurs aux 5 et 12 mai 1825.

M. Barlow annonce avoir commencé ses expériences sur les effets de la rotation d'une sphère de fer, dans le mois de décembre 1824 ; décembre vient après novembre, ainsi je n'ai personnellement aucun intérêt à contester cette date ; je maintiendrai seulement, en thèse générale, qu'une publication, par quelque voie que ce soit, est le seul titre qu'on doive admettre dans l'histoire des sciences, quoique je me prive par là de l'avantage de prouver que les résultats dont il est question dans cette note avaient été communiqués à un grand nombre de savants français et anglais près de deux ans avant que j'en parlasse à l'Académie. Du reste, ce mois de décembre, indiqué par M. Barlow lui-même, dans tout ce qu'il a écrit, comme l'époque où ses expériences ont commencé, ne convient déjà plus à l'écrivain écossais ; voici, en effet, ce qu'on lit dans le numéro 8 du journal d'Edinburgh, publié en avril 1826 :

« Vers (*about*) le mois de novembre 1824, l'expérience de M. Barlow dans laquelle il produisait une certaine déviation de l'aiguille magnétique, par l'influence d'une sphère de fer tournant sur elle-même, devint l'objet de la conversation à la Société royale, etc. »

M. Barlow a dit qu'il n'avait commencé à s'occuper des phénomènes produits par la rotation du fer qu'en décembre, et c'est vraiment fâcheux, puisque novembre est la date de ma première publication ! Comment échapper à cette difficulté? Le problème paraissait embarrassant;

on voit cependant que l'écrivain écossais l'a résolu d'une manière très-ingénieuse : il lui a suffi, pour cela, d'oublier que le dernier mois de l'année avait un nom; décembre est décidément un mot qu'il n'écrira plus jamais; à quoi bon, en effet? Les dates qui se rapportent à ce mois ne sont-elles pas plus convenablement définies par cette formule : vers (*about*) le mois de novembre?

Je suis vraiment peiné de voir un savant descendre à de si misérables expédients. Emporté par une aveugle passion qu'il décore peut-être du nom d'esprit national, il n'a pas même remarqué que, dans cette circonstance, les erreurs volontaires auxquelles il souscrit et qu'il cherche à propager, ne le conduiraient pas à son but. Si quelque chose, en effet, peut justifier l'insigne faveur dont mes expériences ont été l'objet à la Société royale de Londres, c'est la preuve qu'elles fournissent de l'immense agrandissement qu'éprouvent les propriétés magnétiques des corps, soit quand ils se meuvent sous une aiguille en repos, soit quand une aiguille oscille à une petite distance de leur surface; or, cette conséquence ne découle en aucune manière du travail de M. Barlow[1]. Afin de vivre en paix avec quelques-uns de mes détracteurs, je consens donc volontiers à ce qu'on imprime

1. Voici, textuellement, la conséquence que M. Barlow a déduite de ses expériences :

« Quand on imprime un mouvement rapide de rotation à une masse de fer, autour d'une ligne qui ne coïncide pas avec l'axe magnétique (produit par l'influence de la terre), il en résulte un dérangement temporaire dans les facultés magnétiques de la masse, équivalent à ce qu'amènerait un nouvel axe de polarisation perpendiculaire au plan passant par l'axe primitif et par celui de rotation. » (*Trans.*

désormais, contre l'évidence des faits, que les expériences du professeur de Woolwich ont été commencées vers le mois de novembre, et même, pour peu qu'on le désire, vers le mois d'octobre.

J'arrive maintenant aux expériences relatives à l'action réelle exercée par tous les corps de la nature sur l'aiguille aimantée en mouvement, action niée par des physiciens italiens.

« MM. Nobili et Bacelli ont fait osciller, disent-ils, des aiguilles aimantées au-dessus de substances non métalliques..... sans trouver de différence appréciable entre les oscillations que faisaient les aiguilles au-dessus des disques et hors de leur influence. » (P. 48.)

Si les physiciens de Modène avaient donné la distance qui séparait leur aiguille du plateau non métallique, et le nombre d'oscillations qu'ils ont comptées, je pourrais peut-être assigner la cause de l'erreur dans laquelle ils sont tombés; tout ce que je puis faire, c'est d'opposer à leur dénégation des mesures exactes, et d'indiquer les circonstances dans lesquelles on les a obtenues; le paragraphe qui suit est extrait de mon journal d'expériences :

Je suspends une aiguille aimantée, horizontalement sur de l'eau, et je l'écarte de 53° de sa position naturelle;

philos., p. 326.) La formation du nouvel axe provient « de ce que le fer, à cause de sa force coercitive, conserve jusqu'à un certain degré les pôles par influence que la terre lui a communiqués, etc. » (P. 323.) L'expérience, comme on voit, est, sous une forme mieux adaptée aux mesures, celle des physiciens qui, après avoir dévié une aiguille horizontale à l'aide d'une barre de fer verticale, essayaient si après un *retournement subit* de la barre, la déviation s'effectuerait encore au premier moment dans le même sens.

abandonnée ensuite à elle-même, cette aiguille part et d'autre du méridien magnétique, dans des moins en moins étendues; je cherche à saisir le où la demi-amplitude n'est plus que de 43°, et je combien il y a eu d'oscillations depuis le départ.

Quand la distance de la face inférieure de l'aig l'eau est de 0^{mill}.65, il se perd 10° en 30 oscil à 52^{mill}.3 de distance, il faut, pour la même perte, cillations.

On ne peut pas se tromper sur une semblable rence. J'ajoute qu'elle serait plus grande encore si plitude au départ avait été de 90°. Voici les résult la même aiguille a donnés en la plaçant sur de la (eau gelée) :

	millimètres			
De 53° à 43°, à	0.70	de distance. . . .	26	ocillations
De 53° à 43°, à	1.35	—	34	—
De 53° à 43°, à	30.50	—	56	—
De 53° à 43°, à	52.30	—	60	—

Sur un plan de verre (*crown-glass*), avec une

les soins convenables, on pourra rendre sensible même l'action des gaz comprimés.

« Il suit des expériences de Coulomb, disent encore MM. Nobili et Bacelli, que toutes les substances donnent quelques signes de magnétisme; cela tendrait à faire croire que, pour découvrir dans les corps les plus faibles traces de magnétisme, la méthode de ce physicien doit être préférée à celle de M. Arago, comme plus sûre. »

J'observe : 1° que Coulomb n'avait étendu ses essais à aucun liquide; que même sa méthode ne le lui eût pas permis; que, dès lors, le procédé dont je me suis servi pour mettre en évidence les propriétés magnétiques de l'eau a une utilité, un caractère, tout particuliers; 2° que les traces de magnétisme aperçues par ce célèbre physicien étaient si faibles, qu'on pouvait les attribuer, comme lui-même l'a reconnu, à la présence de quelques particules ferrugineuses dont l'analyse chimique la plus exacte ne manifesterait pas l'existence. Je dois maintenant ajouter que mes expériences n'ont aucun rapport avec le travail de Coulomb : les vertus magnétiques qu'elles manifestent sont d'une tout autre nature que celles qu'on mesure en faisant osciller des aiguilles entre deux barreaux aimantés. Quelques nouveaux faits, que je rapporterai bientôt, ne laisseront, je pense, aucun doute à cet égard; je dirai seulement ici que MM. Nobili et Bacelli auraient pu le reconnaître eux-mêmes, d'après leurs propres expériences. Voici, en effet, les valeurs des déviations produites par des disques de différente nature tournant avec la même vitesse au-dessous d'une aiguille aimantée

horizontale, telles qu'on les trouve dans le Mémoire des physiciens de Modène :

Le disque de cuivre produit	55°	de déviation.
Le zinc.	14°	
Le laiton.	11°	
L'étain.	10°	
Le plomb.	8°	

L'ordre d'intensités magnétiques, résultant des observations de Coulomb, serait, en allant aussi du grand au petit :

Plomb, étain, argent, cuivre et or;

c'est précisément l'inverse de ce que donnent les expériences de déviation.

Tous les physiciens, en y comprenant MM. Nobili et Bacelli, qui se sont occupés des phénomènes auxquels le magnétisme des corps en mouvement donne naissance, les ont d'abord expliqués à fort peu près de la même manière : Si une aiguille, ont-ils dit, est suspendue horizontalement sur un plateau métallique indéfini, il doit se former sous chaque pôle de l'aiguille, sous le pôle nord par exemple, un pôle de nom contraire ou attractif, provenant de la décomposition du fluide neutre du plateau. Quand, ensuite, ce plateau tournant sur lui-même, le pôle attractif est entraîné dans le sens de la rotation, un nouveau pôle semblable se forme sous l'aiguille, pour être aussi entraîné à son tour, et ainsi de suite. Supposons maintenant que ces pôles par influence naissent presque instantanément et qu'ils aient besoin de quelque temps pour disparaître, l'aiguille sera alors précédée d'une série

de pôles tous attractifs, et qui la dévieront de sa position ordinaire dans le sens du mouvement du plateau.

Cette explication [1] s'était aussi présentée à mon esprit quand je communiquai, pour la première fois, les expériences de rotation à l'Académie; je n'en fis cependant aucune mention : une hypothèse qui ne rendait compte que du sens du déplacement de l'aiguille, ne me paraissait pas reposer sur des fondements suffisamment solides. Ce qu'il fallait surtout prouver, à mon avis, c'est qu'un plateau de cuivre, qui, dans l'état de repos, dévie à peine une aiguille aimantée d'une seule seconde, peut, par le seul fait de son mouvement et à la même distance, l'entraîner de 90° et plus; j'avouerai franchement que cette épreuve, je ne l'avais pas trouvée. Au reste, j'ai tout lieu de m'applaudir de ma réserve : de nouveaux essais m'ont en effet montré que l'hypothèse en question est, je ne dis pas seulement insuffisante, mais de plus directement contraire aux résultats de l'expérience; en voici la démonstration en peu de mots :

Les pôles sud que le pôle nord de l'aiguille sème, pour ainsi dire, suivant la théorie de MM. Herschel, Babbage, Nobili, Prévost, etc., sur le contour d'un plateau de cuivre tournant, doivent évidemment, par leur action combinée, attirer ce pôle nord et tendre à le rapprocher du plateau; je me suis assuré, au contraire, que la composante, perpendiculaire au plateau de toutes les forces

1. C'est notre confrère M. Duhamel qui a, je crois, donné le premier l'explication dont il s'agit. Sa lettre à l'Académie a été lue le lundi 27 décembre 1824, et imprimée par extraits dans quelques journaux du surlendemain.

auxquelles son mouvement donne naissance, est une force répulsive ! En effet, qu'on suspende, à l'aide d'un fil, un aimant fort long, dans une direction verticale, au fléau d'une balance ; qu'on l'équilibre à l'aide de poids, d'une nature quelconque, placés du côté opposé ; si l'on fait ensuite tourner un plateau de cuivre sous l'aimant, l'équilibre ne subsistera plus ; l'aimant semblera être devenu plus léger ; il se soulèvera : le plateau, enfin, le repoussera.

L'expérience peut se faire plus aisément encore à l'aide d'une aiguille d'inclinaison. Quand le plan d'une telle aiguille est exactement dirigé vers le centre du disque tournant que je suppose toujours horizontal, si l'aiguille est horizontale elle-même, tout mouvement de rotation autour de l'axe qui la traverse ne peut évidemment résulter que d'une force perpendiculaire au disque : or, si nous supposons qu'un seul des pôles de l'aiguille corresponde verticalement au plateau, nous trouverons, comme dans l'expérience de l'aimant vertical suspendu, que pendant le mouvement de rotation ce pôle est constamment soulevé.

L'action qu'un disque métallique, circulaire, horizontal et tournant sur son centre, exerce sur l'un des pôles d'une aiguille aimantée, peut être décomposée en trois forces : la première, verticale ou perpendiculaire au disque ; la seconde, horizontale et perpendiculaire au plan vertical qui contient le rayon aboutissant à la projection du pôle de l'aiguille ; la troisième, dirigée parallèlement au même rayon. La première est répulsive, comme on vient de le voir ; la seconde est la force tangentielle qui

donne le mouvement de rotation aux aiguilles horizontales; on peut étudier les propriétés de la troisième en se servant d'une aiguille d'inclinaison, placée verticalement et de manière que son axe de rotation soit contenu dans un plan perpendiculaire à l'un des rayons du disque : dans cette position, l'aiguille ne se mouvra qu'en vertu de la composante dirigée vers le centre.

Concevons qu'une semblable aiguille corresponde verticalement au centre du disque tournant; le mouvement de rotation, comme de raison, ne la déviera pas. Il existe un second point, plus voisin du bord que du centre, et dans lequel la verticalité de l'aiguille se conserve aussi. Entre ces deux points, le pôle inférieur est constamment attiré vers le centre, quelle que soit la vitesse de rotation; plus loin, il est repoussé. L'action est encore sensible et répulsive quand la direction verticale de l'aiguille prolongée est déjà au delà du contour circulaire du disque. Je pourrais demander comment cette force répulsive, dirigée suivant le rayon, se déduirait de l'action des pôles attractifs distribués sur la face supérieure du métal, si je n'avais déjà prouvé l'insuffisance de cette théorie, par le seul fait de l'existence d'une force répulsive perpendiculaire au disque tournant.

Faraday, en 1832, a fait voir le premier, en se servant d'un galvanomètre dont les fils étaient placés sur les diverses parties de disques métalliques mobiles au-dessus desquels était un aimant fixe, qu'il y a, dans ces disques métalliques, des courants induits par l'aiguille aimantée, et on a pensé tirer de là l'explication *complète* de *tous* les phénomènes que j'avais découverts. Je ne

[illegible] cette opinion. A la date du 25 sept[illegible] j'ai fait part de mes doutes au bureau des [illegible] que contient, à ce sujet, le procès [illegible] de la séance :

« M. Arago rappelle les expériences qu'il a faites sur [illegible] sur la diminution d'amplitude qu'[illegible] [illegible] d'une aiguille aimantée, qu[illegible] [illegible] à une petite distance d'une l[illegible] verre, [illegible] ou de la surface d'une [illegible]. M. Arago cite les circonstances de ses [illegible], desquelles il résulte que, dans le cas pa[illegible] du verre, [illegible] des liquides, le phénom[illegible] dépend [illegible] d'une réduction. M. Arago a cru ne [illegible] l'attribuer [illegible] une condensation de l'atmosph[illegible] surface des verres. Il indique les expériences qu'il [illegible] pour mettre ce résultat hors [illegible] contestation. »

Ce n'est pas que je prétende que l'électricité [illegible] dans les phénomènes dont il s'ag[illegible] je dis qu'on ne peut les expliquer complètemen[illegible]



ns son bel ouvrage, Faraday, dont l'amitié m'est cieuse, attribue à Ampère la découverte du mouvt que prend un fil parcouru par un courant vol-, quand il est placé horizontalement à quelque ace d'un disque métallique rotatif. Voici comment its doivent être rétablis :

i pensé, vers le commencement du mois d'août 1826, nes expériences de rotation devaient être renouvelées bstituant des courants aux aiguilles magnétiques. nt pas de pile, je priai mon ami Ampère de faire er l'appareil dans le cabinet de physique du Collége ance. Le répétiteur, M. Ajasson de Grandsagne, prit ispositions nécessaires; mais le jour où l'on fit le pre- essai, au moment même où le fil commençait à ranler, l'axe rotatif du plateau se brisa. Comme je ais le lendemain pour les Pyrénées, j'autorisai Am- à continuer l'expérience. M. Colladon présida à la nstruction de l'instrument, et y introduisit des perfecnements importants. Cette fois, le fil s'ébranla pres- à l'instant même où le plateau de cuivre commença urner. Ampère s'empressa de me transmettre le résul- obtenu.

es explications ne me semblèrent pas d'abord néceses; car, en publiant l'expérience, Ampère eut soin de citer. Cependant, puisque la Note de l'illustre et si rettable physicien a trompé un homme tel que Faay, il ne me paraît pas inutile de mettre la lettre mpère sous les yeux du public. Je n'en citerai que assage :

Paris, 1er septembre 1826.

« Vous verrez dans cette Note que j'ai soin de dire que l'idée de cette expérience vous appartient exclusivement.

« Il me reste, mon cher et excellent ami, à vous rappeler que vous m'avez promis, si cette expérience réussissait, de défendre ma théorie comme la vraie explication des phénomènes. En la joignant à tout le reste et aux calculs du Mémoire qui s'imprime dans ceux de l'Académie, je ne vois pas ce qu'on pourrait encore m'objecter.

« J'ai aussi à vous prier, si vous trouvez la Note que je vous envoie comme elle doit être, d'écrire à M. Savary de l'insérer telle qu'elle est dans les *Annales de Chimie et de Physique*, sauf tous les changements ou additions que vous êtes parfaitement libre d'y faire, puisque l'expérience a été imaginée par vous. »

J'ajouterai, car ceci n'a jamais été imprimé dans son entier, qu'immédiatement après mon retour à Paris, je répétai avec les courants les expériences déjà faites avec des aiguilles, et qu'elles eurent les mêmes résultats quant à la direction des forces en se servant de disques pleins, et quant à leur affaiblissement en se servant de disques coupés.

Je viens de prononcer le mot de disques coupés. Je dois saisir cette occasion pour répéter ici les mêmes observations que j'ai déjà faites en 1845, en offrant à l'Académie des sciences une brochure de mon ami M. de Haldat, intitulée : *Histoire du magnétisme dont les phéno-*

mènes sont rendus sensibles par le mouvement. Une inexactitude a échappé au savant secrétaire de l'Académie de Nancy. Dans son ouvrage, M. de Haldat rappelle, pages 11 et 42, que les disques métalliques tournants perdent une grande partie de leur puissance lorsqu'on y a pratiqué des solutions de continuité dans la direction des rayons. Ce fait, dès l'origine, parut capital ; il montrait que les phénomènes du magnétisme en mouvement ne dépendent pas d'actions purement moléculaires. Mais M. de Haldat commet une erreur en attribuant la découverte de ce fait à MM. Herschel et Babbage ; dans les Mémoires qu'ils ont publiés, les deux savants anglais déclarent que leurs expériences avec des disques ont été faites à l'imitation de celles de M. Arago : *after M. Arago*, disent MM. Herschel et Babbage (voir le tome cxv des *Transactions philosophiques*, p. 480).

Pour décider la question de la cause de l'influence exercée par une aiguille magnétique en mouvement sur tous les corps, et réciproquement par tous les corps en mouvement sur une aiguille aimantée en repos librement suspendue, il faut étudier ce qui se passe avec les substances réputées les moins conductrices de l'électricité, telles que la résine ou la gomme laque par exemple. Il faut voir, en outre, si, à de très-petites distances des corps non conducteurs, distances du même ordre que celles auxquelles on fait osciller les barreaux magnétiques, des barreaux de laiton, ayant absolument les mêmes formes et les mêmes dimensions que ceux-ci, ne seraient pas influencés dans leurs oscillations par une condensation



avaient été seulement faites à mes appareils par notre habile artiste M. Brunner.

Pour éviter toute erreur provenant d'un défaut de centrage, M. Laugier observait l'amplitude des oscillations d'un côté, tandis que M. Barral les marquait de l'autre, et on prenait la moyenne des deux observations. Dans les expériences que j'ai faites, j'observais les déviations du barreau aimanté, tantôt à droite et tantôt à gauche, et je prenais de même la moyenne des observations.

Voici maintenant les résultats obtenus par MM. Laugier et Barral :

En se servant d'un barreau de cuivre suspendu à un fil de platine auquel on donnait toujours la même torsion, et en mesurant la diminution de l'amplitude en dix oscillations, on a trouvé :

Au-dessus d'un disque de fer,

	mill.		degrés.
A une distance de	1,	une diminution d'amptitude de	49.8
—	7,	—	49.5
—	80,	—	49.0

Au-dessus du mercure, avec un autre fil de platine donnant des oscillations plus lentes :

	mill.		degrés.
A une distance de	0.7,	une diminution d'amptitude de	32.0
—	2.4,	—	32.0
—	8.5,	—	32.4
En ôtant le mercure,		—	31.6

Au-dessus d'un gâteau de résine, avec un fil de platine donnant des oscillations plus rapides :

[illegible]

Matières au-dessus desquelles le barreau oscillait.	Distances du barreau aimanté aux corps éprouvés.	Diminution de l'amplitude en 50 oscillations.
	mill.	degrés.
ır	»	8.40
verre.	10.2	9.80
4g.5 d'eau distillée dans ce n verre.	3.5	12.25
Id.	1.0	16.50
Id.	0.5	25.00
9gr.5 d'eau distillée dans le verre.	0.7	24.50
gâteau de résine.	6.0	7.25
Id.	1.3	23.50
Id.	0.5	37.50
›oîte seulement qui contenait ne, et à une distance du fond s de cette boîte de.	2.0	10.50
ant dans la boîte la résine ısée.	17.0	10.00
. . . .	1.4	20.00
. . . .	0.4	35.00
gâteau de gomme laque. . .	1.5	13.50
Id. . . .	0.7	21.50
Id. . . .	0.55	23.50
›oîte seulement qui contenait ›au de résine, et à une dis- du fond en bois de cette boîte	2.0	10.00
ınt dans la boîte la gomme pulvérisée	1.0	13.50
Id.	0.5	16.00
Id.	0.3	17.50

i les corps qui passent pour être les moins conduc- le l'électricité, qui ne se laissent traverser ni par

l'électricité ordinaire des machines, ni par l'électricité voltaïque des plus fortes piles, influencent d'une manière très-forte une aiguille aimantée en mouvement, soit que ces corps soient en couche continue, soit qu'on les ait réduits en poudre impalpable. L'action exercée n'est pas la même pour les différents corps. En conséquence, il était plus que probable que dans le vide on obtiendrait des résultats analogues.

Cette manière d'éprouver les effets exercés par tous les corps sur un barreau aimanté pourrait être appliquée à rechercher ceux que produiraient les gaz comprimés, comme je l'ai indiqué dès que j'ai fait connaître les premiers phénomènes du magnétisme en mouvement. J'espère que cette expérience sera faite un jour par quelque physicien.

Je vais ajouter ici, aux nombres que j'ai déjà donnés plus haut, quelques résultats que j'ai obtenus avec des substances diverses, afin de montrer qu'on pourrait trouver dans ce genre de recherches un moyen de mesurer l'action spécifique de chaque corps.

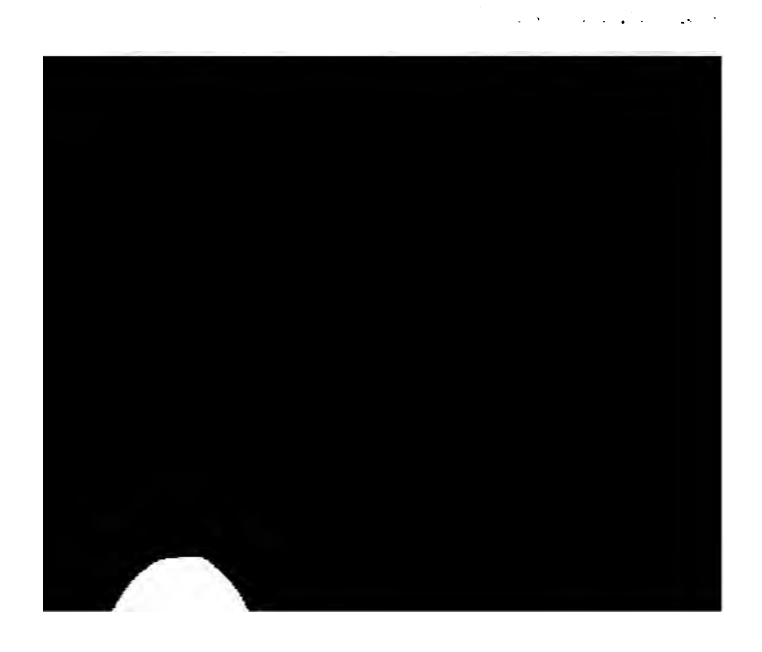
Je répète que je comptais le nombre des oscillations effectuées entre de certaines amplitudes déterminées.

Matières employées.	Distances de l'aiguille aimantée aux corps éprouvés.	Nombre d'oscillat. doubles comptées.	Diminution des amplitudes mesurées.		
	mill.		degrés.	degrés.	degrés.
Plan de verre	25.0	30	35.5	—15.5	=20.0
Id.	*Id.*	40	35.5	—12.0	=23.5
Id.	*Id.*	50	35.5	— 9.5	=26.0
Id.	*Id.*	60	35.5	— 7.5	=28.0
Id.	*Id.*	70	35.5	— 6.0	=29.5
Id.	*Id.*	80	35.5	— 4.5	=31.0

Matières employées.	Distances de l'aiguille aimantée aux corps éprouvés.	Nombre d'oscillat. doubles comptées.	Diminution des amplitudes mesurées.
	mill.		dgerés. degrés. degrés.
..n de verre	1.25	30	35.75 — 9.00 = 26.75
Id.	*Id.*	40	35.75 — 5.75 = 30.00
Id.	*Id.*	50	35.75 — 4.00 = 31.75
Id.	*Id.*	60	35.75 — 2.75 = 33.00
Id.	*Id.*	70	35.75 — 2.00 = 33.75
Id.	25.0	77	35.5 — 5.0 = 30.5
Id.	3.5	59	35.5 — 5.0 = 30.5
Id.	1.25	43	35.5 — 5.0 = 30.5
..in du fond et des parois d'un bocal . . .	»	70	46.0 — 5.0 = 41.0
..ec de l'eau dans ce bocal	12.0	63	45.75 — 5.00 = 40.75
Id.	2.0	41	46.00 — 5.00 = 41.00
..s aucune substance dans le vide	»	174	50.5 — 5.0 = 45.0
laissant rentrer l'air	»	98	50.5 — 5.2 = 44.8
..ec gâteau de résine dans le vide	7.0	57	50 — 5 = 45
..teau de zinc	4.5	11	48 — 4 = 44
..teau de laiton . . .	4.5	12	48 — 4 = 44
..teau d'étain	4.5	17	48 — 4 = 44
..teau de plomb . . .	4.5	28	48 — 4 = 44
..u distillée	12.0	69	44.5 — 4.0 = 40.5
..u salée	12.0	62	46 — 5 = 41
..u salée	2.0	45	46 — 5 = 41

Je ne pousserai pas plus loin ces citations, qui suffisent ..ur faire voir qu'il n'est aucun corps qui puisse être ..nsidéré comme échappant à l'influence exercée par un

barreau aimanté en mouvement. Si l'on réfléchit
les barreaux employés dans mes observations étaie
petites dimensions, et que j'ai opéré sur des subst
non conductrices, on reconnaîtra, j'espère, que
expériences sont différentes de celles qui ont été
ginées par Faraday, et qu'elles ne peuvent s'
quer complétement par la simple induction de co
fugitifs.



ÉLECTRICITÉ ANIMALE[1]

Je vais réunir ici, sous le titre d'*Électricité animale,* des faits bien divers en réalité, mais que le vulgaire a voulu rapprocher. L'électricité n'a encore été bien mise en évidence que dans quelques animaux; on a vainement cherché à y rattacher des phénomènes qui se passent dans le corps de l'homme, et sur lesquels la volonté humaine ne paraît avoir quelque action que pour des personnes inattentives ou prévenues.

I.

SUR L'ÉTINCELLE TIRÉE DE LA TORPILLE ET DU GYMNOTE.

J'ai eu à m'occuper de cette question à l'occasion d'une discussion de priorité entre MM. Linari et Matteucci, sur des expériences faites en 1836, dans le but de tirer des étincelles de la torpille et de montrer que ces étincelles étaient bien de la même nature que celles qu'on obtient dans les laboratoires avec les machines électriques ordinaires ou les piles voltaïques.

Personne, jusqu'à cette époque, n'avait aperçu l'étincelle électrique dans des expériences faites avec la tor-

1. Œuvre posthume.

pille. M. de Humboldt ne parvint pas même à la voir en opérant sur des Gymnotes, dans leur pays natal. Walsh, dont les nombreux essais restèrent infructueux tant qu'il se servit de torpilles, réussit, en août 1776, à rendre l'étincelle apparente à l'aide d'un Gymnote. Il est toutefois digne de remarque que cette expérience capitale soit arrivée à la connaissance du public, non pas directement par un Mémoire de Walsh, mais par une Note de M. Le Roy. Fahlberg et Ingenhousz disent aussi avoir engendré quelquefois l'étincelle pendant la décharge d'une anguille électrique de Surinam. Aujourd'hui, tout le monde pourra observer le même effet, quand on se sera assuré que des courants électro-chimiques n'ont joué aucun rôle dans les expériences de cette nature.

Il m'a semblé que l'honneur de la découverte nouvelle appartient à M. Matteucci, lorsque j'ai vu dans une lettre adressée, à la date du 11 mars 1836, par M. Linari au physicien de Forli, et qui m'a passé sous les yeux, la phrase suivante : « Décrivez-moi clairement et avec patience le projet d'expérience que vous dites avoir imaginée *pour tirer l'étincelle de la torpille.* » En faisant cette demande, M. Linari n'aurait pas manqué d'*annoncer* ou tout au moins d'*insinuer* qu'il était lui-même en possession d'un moyen expérimental particulier, si, en effet, il avait été sur la voie de quelque chose de nouveau; or, la lettre en question ne contient pas la plus légère allusion de cette nature.

Cependant, un homme qui a été souvent mon contradicteur, mais qu'un arrêt solennel rendu par la justice a rayé de la liste de l'Académie, a présenté, à ce sujet, des

ions consignées dans le compte-rendu de nos et qui tendaient à empêcher que l'Académie votât n du Mémoire de M. Matteucci dans le *Recueil nts étrangers*, le plus haut encouragement que issions décerner aux personnes qui cultivent les , sous prétexte que l'on n'avait pas pu vérifier s expériences décrites par M. Matteucci.

ait remarquer qu'en adoptant ce système, il n'ar- presque jamais, dans les sciences d'observation s, que l'Académie dût approuver les travaux qui soumis. Personne a-t-il prétendu imposer aux ions académiques l'obligation de répéter dans rs détails les expériences délicates, difficiles, uses, qui sont décrites dans les longs Mémoires s à leur examen? *Quand elles le peuvent*, les sions vérifient, çà et là, quelques points culmi- si cette vérification partielle réussit, elles admet- reste, mais, bien entendu, sous la responsabilité teur. Il y a plus, l'Académie adopte complète- lle fait souvent insérer dans le *Recueil des savants rs*, des Mémoires dont on n'a pas été à même de un seul résultat. L'Académie a-t-elle exigé, par , que je me transportasse sur les sommités des s avant d'honorer de son suffrage le beau nivel- géodésique que M. Corabœuf a étendu le long de aîne de montagnes, entre l'Océan et la Méditer- La commission nommée pour l'examen du Mémoire Matteucci s'est conformée aux usages, elle a fait qu'on était en droit d'exiger. Ce qu'elle a pu s'est trouvé exact. L'expérience des lobes de la

torpille, la plus simple, la plus facile peut-être de toutes celles que cite M. Matteucci, elle ne s'en est point occupée par la très-bonne raison qu'il n'y a point de torpilles à Paris. Eh bien, la commission en avertit dans son rapport. A mon avis, c'est un excès de précaution : la facilité de cette observation particulière, l'exactitude constatée de toutes les autres, les succès que M. Matteucci a obtenus dans un grand nombre de recherches délicates, étaient une garantie suffisante ; ordinairement, on n'en demande pas davantage. Au surplus, en décidant, conformément à l'avis de la commission, et malgré l'opposition que j'ai signalée, que le Mémoire de M. Matteucci serait inséré dans le *Recueil des savants étrangers*, l'Académie a témoigné de son juste intérêt pour un travail qui touche à l'un des points les plus délicats de l'organisation animale ; elle a engagé les observateurs à diriger de ce côté leurs investigations attentives ; c'est là le rôle honorable que l'Académie s'est toujours donné, qu'elle a constamment rempli dans des occasions pareilles, et dont il est impossible qu'elle ait jamais à se repentir. Voici, au surplus, dans quels termes on parle des expériences de M. Matteucci de l'autre côté du Rhin ; le passage que je vais citer se trouve dans une lettre de M. de Humboldt : « Ce qui m'a le plus remué dans ces derniers temps est la grande découverte de M. Matteucci sur l'action du seul quatrième lobe du cerveau de la torpille ! »

II.

SUR UNE PRÉTENDUE JEUNE FILLE ÉLECTRIQUE.

'arrive à des faits d'électricité animale qui n'ont pas constatés, et qui ne sont attribués à une cause magné- e ou électrique que par suite d'irréflexion.

ans la séance du 16 février 1846, j'ai déposé sur le au de l'Académie une courte Note de M. Cholet, et Note plus développée de M. Tanchou, relatives, e et l'autre, à une jeune fille de treize à quatorze ans, élique Cottin, ouvrière dans une fabrique de gants en s, chez laquelle des facultés extraordinaires s'étaient eloppées, disait-on, depuis environ un mois. Lorsque Cholet se présenta à l'Observatoire pour me remettre a Note à l'adresse de l'Académie, il était accompagné mademoiselle Cottin et des parents de cette jeune le. M. Cholet insistait pour que je m'assurasse par moi- ême, sans plus tarder, de l'exactitude des phénomènes gnalés. Après quelque hésitation, je cédai à ce désir, es premières épreuves pouvant m'amener, en cas d'in- uccès complet, à proposer à l'Académie de ne point ommer de commissaires.

J'ai rendu compte des phénomènes dont j'avais été moin pendant une séance de quelques minutes. La jeune lle produisit, en s'asseyant sur une chaise, des mouve- ents d'une extrême violence. Je n'ai pas aperçu nette- ent les agitations annoncées comme étant engendrées à istance, par l'intermédiaire d'un tablier, sur un guéri- on en bois. D'autres observateurs ont trouvé que ces

agitations étaient sensibles. Je n'ai pu surtout constater aucun effet sur les aiguilles aimantées. L'action répulsive exercée par la main gauche de mademoiselle Cottin, sur une feuille de papier suspendue, n'a pas été supérieure à celle que beaucoup de personnes produisaient dans des circonstances analogues. Malgré tant de résultats négatifs, je n'hésitai pas pourtant à demander à l'Académie de nommer des commissaires qui pussent vérifier les faits à loisir. Ces commissaires devaient pouvoir reconnaître comment s'opèrent les mouvements dans l'épreuve de la chaise. S'il y avait supercherie, il fallait la dévoiler, et empêcher ainsi le public d'être induit en erreur. M. Tanchou citait d'ailleurs dans sa Note des expériences très faciles à répéter, et qui ne prêtaient à aucune explication équivoque.

Voici le rapport que fit la commission, composée de MM. Arago, Becquerel, Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, Babinet, Rayer et Pariset :

« Dans sa séance du 16 février dernier, l'Académie reçut de M. Cholet et de M. le docteur Tanchou deux [redacted]

[illegible], au moment où une partie quelconque de ses vêtements venait à les toucher. On parlait même de guéridons renversés à l'aide du simple contact d'un fil de soie.

Aucun effet appréciable de ce genre ne s'est manifesté devant la commission.

Dans les relations communiquées à l'Académie, il est question d'une aiguille aimantée qui, sous l'influence du doigts de la jeune fille, fit d'abord de rapides oscillations, puis se fixa ensuite assez loin du méridien magnétique.

Sous les yeux de la commission, une aiguille délicatement suspendue n'a éprouvé, dans les mêmes circonstances, ni déplacement permanent ni déplacement momentané.

« M. Tanchou croyait que mademoiselle Cottin avait la faculté de distinguer le pôle nord d'un aimant du pôle sud, en touchant simplement ces deux pôles avec les doigts.

« La commission s'est assurée, par des expériences variées et nombreuses, que la jeune fille ne possède pas la prétendue faculté qu'on lui avait attribuée de distinguer par le tact les pôles des aimants.

« La commission ne poussera pas plus loin l'énumération de ses tentatives avortées. Elle se contentera de déclarer, en terminant, que le seul fait annoncé qui se soit réalisé devant elle est celui de mouvements brusques et violents éprouvés par les chaises sur lesquelles la jeune fille s'asseyait. Des soupçons sérieux s'étant élevés sur la manière dont ces mouvements s'opéraient, la commission décida qu'elle les soumettrait à un examen attentif. Elle annonça, sans détour, que ses recherches ten-

traient à concevoir la part que certaines mou lanties et cachées des pieds ou des mains pouvaient avoir dans le fait observé. A partir de ce moment, il fut déclaré que la jeune fille avait perdu ses fa attractives et répulsives, et que nous serions pré aussitôt qu'elles se représenteraient. Bien des jo sont écoulés depuis lors, et la commission n'a point d'avertissement. Nous avons appris, cependant, que mademoiselle Angélique Cottin est journellement co dans des salons où elle répète ses expériences.

« Après avoir pesé toutes ces circonstances, la co sion est d'avis que les communications transmises à l Académie, au sujet de mademoiselle Angélique Cottin, vent être considérées comme non avenues. »

III.

PHÉNOMÈNES DES TABLES TOURNANTES.

Les mécomptes n'ont jamais amené le décourag



riences de M. Ellicot, horloger, insérées dans les *Transactions philosophiques*, et qui ont, avec ce qu'on a rapporté d'admissible sur les tables tournantes, la plus grande analogie. Ce que le phénomène des tables offre, en apparence, de plus extraordinaire et de plus difficile à expliquer, est en effet cette circonstance, qu'avec les impulsions, pour ainsi dire infiniment petites, qu'on imprime avec les doigts à la masse ligneuse dont se compose la table, on finisse, à la longue, par communiquer à celle-ci des mouvements considérables. Eh bien, dans les expérienees de M. Ellicot, deux horloges à pendules enfermées dans des boîtes séparées étaient suspendues à une tringle en bois fixée sur un même mur, et à la distance de 60 centimètres l'une de l'autre. La première de ces horloges marchait d'abord seule, la seconde était en repos; après un certain temps, la seconde horloge avait été mise en mouvement par les vibrations imperceptibles transmises du pendule de la première à celui de la seconde, à l'aide des corps solides compris entre les deux machines. Une circonstance très-singulière, c'est qu'après un certain temps, tandis que le second pendule, celui de l'horloge qui primitivement était en repos, marchait avec toute l'amplitude que comportait la construction, le premier pendule, celui de l'horloge qui d'abord marchait seule, était arrivé à un repos complet.

Je ne m'étendrai pas davantage sur les conséquences qu'on peut tirer et qu'on a tirées réellement des faits que je viens de rapporter, puisque mon but était uniquement de montrer qu'il existait déjà dans la science des exemples de communications de mouvement analogues à ceux

que les tables tournantes ont présentés récemmen
dont l'explication n'exige aucune des influences m
rieuses auxquelles on a eu recours pour en r
compte.

MAGNÉTISME TERRESTRE[1]

CHAPITRE PREMIER.

AVERTISSEMENT RELATIF A MES OBSERVATIONS PERSONNELLES.

Rien, dans le vaste domaine de la physique du globe, n'est plus caché, n'est plus incertain, que les causes qui en chaque lieu font varier les trois éléments du magnétisme terrestre, savoir : la déclinaison, l'inclinaison et l'intensité.

Les magnifiques découvertes qu'on a faites depuis quelques années sur la connexion de la chaleur et de l'électricité avec le magnétisme, ne nous ont presque rien appris au sujet des causes singulières de ces variations.

Peut-être faut-il attribuer cet insuccès à l'ignorance où nous sommes encore des lois qui régissent de si grands et de si singuliers changements. Ainsi, par exemple, avant 1816, on ne savait pas à Paris, par une observation directe, si dans son mouvement dirigé de l'orient à l'occident, l'aiguille horizontale arriverait à une limite qu'elle ne dépasserait pas, pour reprendre ensuite, après une courte station, sa course vers l'orient. L'aiguille d'inclinaison conduit aux mêmes questions et aux mêmes doutes. Depuis les plus anciennes observations connues jusqu'à

1. Œuvre posthume.

ervations d'inclinaisons ont été généralement bout du jardin de l'Observatoire, sur une n pierre construite tout exprès. Cette colonne, , était en plein air; depuis, elle a été abritée construction en bois, dans laquelle il n'existe ›u en fer.

:rvatoire, proprement dit, s'est augmenté depuis années d'un amphithéâtre situé à l'ouest, dont le nc repose sur des fermes en fer. Plus récemment, rientale de l'ancien Observatoire a reçu un toit colossal, dans l'exécution duquel est entrée une e quantité de fer. Les deux masses sont éloignées lonne sur laquelle les inclinaisons ont été mesurées nètres.

s avons tout lieu de croire, à la suite de divers qu'à cette distance, les deux masses dont nous s de parler n'ont pas agi d'une manière sensible sur énomènes de l'aiguille aimantée.

CHAPITRE II.

ARIATIONS DANS LES ÉLÉMENTS DU MAGNÉTISME TERRESTRE.

n aimant naturel, ou, ce qui revient au même, une ille aimantée, convenablement suspendue, se dirige ours vers les régions polaires. On devine facilement le parti que les marins doivent tirer de cette pro-été, pour se conduire pendant les nuits obscures, ou sque les nuages ou les brouillards leur dérobent la e du ciel; malheureusement, la direction d'une aiguille inge avec les temps et les lieux, suivant des lois dont

la connaissance contribuerait puissamment aux p
de la navigation, mais qui, à en juger par les ré
que quelques physiciens ont obtenus, semblent d
être très-compliquées : il est vrai que les premières
tions de l'aiguille auxquelles il a fallu avoir recou
trop modernes et trop défectueuses pour qu'on dût e
qu'elles serviraient à éclaircir entièrement une q
si difficile : quoi qu'il en soit, le soin que les artis
apporté, depuis quelques années, à la construct
boussoles, a permis de donner aux observatio
assez grande exactitude et de découvrir plusieurs
mènes curieux dont il est question dans cette No

Les nombres qui déterminent les caractères g
phiques, hypsométriques, climatologiques, de
lieu de la terre, ne paraissent pas, en général, é
la moindre altération dans la suite des siècles. Il n
pas de même des éléments magnétiques : la décli
l'inclinaison, l'intensité, changent visiblement en
lieu d'année en année, et même d'heure en heure.



nagnétique, les nœuds se transportent de l'orient à lent; mais, dans ce mouvement, l'équateur magné- conserve-t-il exactement la même forme? c'est une on qui n'est pas parfaitement résolue.

tons, si l'on veut, entièrement de côté les applica- les méthodes nouvelles dont ces phénomènes pour- evenir l'objet dans l'intérêt de la navigation; les ments annuels de déclinaison et d'inclinaison, le nent de l'équateur magnétique, n'en resteront pas les faits les plus étonnants, les plus mystérieux, les gnes d'intérêt que l'on puisse citer dans le vaste e des sciences.

tion directrice du globe est évidemment la résul- e l'action des molécules dont il se compose; or, nt cette résultante peut-elle être variable, lorsque ore, la position, la température de ces molécules, toutes leurs autres propriétés physiques restent tes? Faudra-t-il supposer, avec Halley, qu'il existe ntérieur de la terre *des molécules mobiles?* Il n'y le corps savant qui ne doive tenir à honneur de ıer à résoudre de pareilles questions.

CHAPITRE III.

DÉVIATION LOCALE DE LA BOUSSOLE.

masses de fer qui entrent dans la construction timents et des câbles, les canons de fonte, les , etc., exercent sur l'aiguille aimantée une action dévie ordinairement beaucoup de la direction prendrait par la seule attraction des pôles magné-

tiques de la terre. Cette action n'est pas la même dans toutes les orientations du navire; elle change aussi avec la latitude. La boussole n'est donc un guide sûr qu'à la condition qu'on déterminera expérimentalement sur chaque navire, au point de départ, les déviations locales de l'aiguille dans divers azimuts, et qu'on tiendra scrupuleusement compte des changements qui, toutes les autres circonstances restant les mêmes, sont la conséquence inévitable d'un déplacement vers le nord ou vers le sud.

Les expériences à l'aide desquelles on se procure les éléments de calcul propres à chaque navire sont très-délicates; mais ce n'est pas une raison pour s'en affranchir. Nous estimons que, dans tout port d'armement, il devrait y avoir un ingénieur hydrographe chargé de déterminer les *constantes* de chaque navire. La nécessité de cette précaution sera facilement admise pour les bâtiments en fer, si je rappelle que naguère, dans son passage de Bordeaux à Brest, un bateau à vapeur de cette dernière espèce se trouva, à cause de la marche irrégulière de la boussole, dans la presque impossibilité de trouver sa route. Mais nous maintenons que les mêmes précautions sont nécessaires pour les navires ordinaires en bois. Les flots nous cachent les erreurs des pilotes, comme la terre couvre les bévues des médecins. Nous n'aurons donc à citer aucun sinistre qu'on doive attribuer, avec une entière certitude, à la déviation locale de la boussole; nous pourrons, toutefois, nous appuyer sur des probabilités empruntées à la marine anglaise.

Dans l'hiver de 1811 à 1812, *le Héro*, de 74, se perd au Texel, en venant du Cattegat, avec plusieurs des bâti-

ments marchands qu'il escortait. Il ne se sauva que huit matelots.

Le Saint-Georges, de 98, amiral Reynolds, et *la Défiance,* de 74, éprouvent le même sort sur la côte du Jutland. L'amiral, le capitaine de *la Défiance,* près de trois mille matelots, furent noyés.

En 1810, *le Minotaure,* de 64, fait naufrage à l'embouchure du Texel le 22 décembre : trois cent soixante matelots périssent.

Scoresby regarde comme très-probable que ces quatre naufrages n'auraient pas eu lieu si les commandants avaient connu les moyens de tenir compte de la déviation locale de la boussole.

En 1804, soixante-neuf navires marchands firent voile de Cork, le 26 mars, sous l'escorte de deux vaisseaux de ligne anglais, *le Carysford* et *l'Apollon.* Le 2 avril, dans la nuit, pendant que *l'Apollon*, d'après l'*estime*, était à 100 milles (40 lieues) de terre, il se brisa sur la côte de Portugal, près du cap Mondego. Vingt-neuf vaisseaux marchands qui avaient dirigé leur route sur celle de *l'Apollon*, firent également naufrage. Il périt dans cette catastrophe près de trois cents matelots.

On a longtemps attribué ce terrible naufrage à l'action des courants; mais il paraît constaté, d'après la discussion à laquelle Scoresby s'est livré, qu'il faut plutôt en chercher la cause dans une erreur accidentelle de la déclinaison, qui trompa le capitaine de *l'Apollon.*

CHAPITRE IV.

MOYENS DE PERFECTIONNER LES OBSERVATIONS DE LA BOUSSOLE A LA MER.

La boussole est, sans aucun doute, l'instrument qui a été le plus utile aux navigateurs. Mais en a-t-on tiré tout le parti possible? Il est permis d'en douter. D'abord, on ne fait aucun usage, pour se guider dans l'immensité des mers, de la boussole d'inclinaison. Les observations de la boussole de déclinaison elle-même ne sont susceptibles, sur un navire en marche, que d'une précision très-limitée. Cela tient, pour les deux instruments, 1° à ce que, si la suspension est délicate, les oscillations des aiguilles produites par celles du navire sont très-irrégulières, très-nombreuses, et qu'on ne saurait alors procéder par moyenne; 2° à ce que toutes les précautions prises, dans le mode de suspension, pour diminuer la mobilité des aiguilles, influent très-sensiblement sur l'exactitude des observations.

Eh bien, il existe un moyen, indépendant de la suspension, d'amortir les oscillations de l'aiguille aimantée, d'en diminuer considérablement le nombre pour une amplitude donnée; un moyen à l'aide duquel les oscillations de 90° sont réduites à 1° et moins, presque instantanément, sans rien faire perdre à l'aiguille aimantée de sa mobilité. Ce moyen résulte de la découverte que j'ai faite des phénomènes du magnétisme de rotation. Des plaques de cuivre, convenablement disposées, suffiraient pour amortir au point que j'indique les oscillations de l'aiguille aimantée.

Les instruments qui réalisent ces curieux résultat sont

très-faciles à construire. Il serait urgent de les soumettre à l'épreuve définitive de l'expérience, de les confier à des mains exercées. Faire le point, en latitude, par un temps couvert, à l'aide de la seule boussole d'inclinaison, sans le secours si imparfait du loch! faire le point absolu, à l'aide d'une simple observation d'azimut! a-t-on songé que ce serait changer la face de la navigation?

CHAPITRE V.

DE LA DÉCLINAISON.

La pierre d'aimant, ou l'aimant naturel, d'après l'analyse de Bucholz, est une combinaison de protoxyde et de sesqui-oxyde de fer. Les propriétés de l'aimant les plus apparentes consistent dans l'attraction exercée sur le fer. Les anciens connaissaient ces propriétés attractives, mais ils ignoraient entièrement celles qui sont relatives à la direction. Les propriétés de l'aimant sont transmissibles au fer, au nickel, au cobalt et au chrôme; elles deviennent permanentes dans l'acier qui constitue la matière dont sont construits les aimants ou aiguilles aimantées ordinaires. Le fer pur n'est pas susceptible d'acquérir une vertu magnétique durable; il doit être à cet effet combiné avec de certaines proportions de carbone, de phosphore et de soufre.

On est convenu d'appeler *déclinaison* l'angle que forme la direction de l'aiguille aimantée placée sur un pivot vertical ou suspendue à l'aide d'un fil sans torsion, de manière à ce qu'elle se tienne horizontale, avec la direction du méridien du lieu.

L'existence de la déclinaison de l'aiguille aimantée est clairement indiquée dans l'ouvrage manuscrit d'un nommé Pierre Adsiger, qui existe dans la bibliothèque de l'Université de Leyde. La date de cet ouvrage est 1269.

L'auteur, dans ce même ouvrage, décrit la boussole comme un moyen de se diriger en mer. (*Traité du magnétisme*, par Cavallo. 3e édition. Supplément.)

C'est Christophe Colomb qui a découvert le changement que la déclinaison de l'aiguille éprouve quand on change de place sur le globe; il a fait cette remarque pendant son premier vogage, le 13 septembre 1492. Il était alors à deux cents lieues de l'île de Feroë. La déclinaison allait toujours en augmentant à mesure qu'il s'avançait à l'Ouest. (*Histoire de Colomb*, t. Ier, p. 162, et *Las Casas*, liv. Ier, chap. VI.)

CHAPITRE VI.

DU MOUVEMENT DE LA DÉCLINAISON EN UN LIEU DÉTERMINÉ AVEC LE TEMPS.

L'aiguille aimantée horizontale fait, avec le méridien terrestre, un angle qui varie avec les années; elle semble osciller autour du méridien terrestre selon des amplitudes qu'on ne saurait encore déterminer.

D'après les plus anciennes observations faites à Paris, la déclinaison était d'abord orientale; l'aiguille a marché pendant plus de deux siècles vers l'ouest, ainsi qu'il résulte des chiffres suivants :

	degrés.	minutes.
En 1580, la déclinaison était orientale et égale à. .	11	30
En 1618, elle n'était plus que de	8	0

En 1663, l'aiguille se dirigeait droit au pôle. Après être restée

deux ans dans cette position, elle s'est continuellement éloignée du pôle en marchant vers l'ouest.

La déclinaison de l'aiguille aimantée, en 1667, le 21 juin, d'après les observations des académiciens, faites sur l'emplacement où l'Observatoire devait être bâti, était de 15 minutes à l'occident. (*Acad. des sciences*, t. Ier, p. 44.)

	degrés.	minutes.
En 1678, la déclinaison occidentale était déjà de. .	1	30
En 1700, de	8	10
En 1767, de	19	16
En 1780, de	19	55
En 1785, de	22	0
En 1805, de	22	5

A partir de 1810, j'ai fait régulièrement, avec des boussoles de Lenoir et de Gambey, la mesure de la déclinaison à l'Observatoire. Je vais réunir dans un tableau tous les résultats obtenus jusqu'à cette année 1853, en marquant le jour et l'heure de chaque observation, parce que, dans un même lieu, la déclinaison de l'aiguille est continuellement variable, point important sur lequel je reviendrai dans un chapitre spécial.

Années.	Déclinaisons occident.	Jours et heures des observations.	Noms des observateurs.
1806	21° 51′ 〃″	16 mai, à midi.	Bouvard.
1807	22 25 〃	7 octobre.	*Id.*
1808	22 19 〃	7 octobre.	»
1809	22 6 〃	24 février.	»
Id.	21 55 〃	11 août.	»
1810	22 16 〃	13 mars, à 1h s.	Arago.
1811	22 25 〃	15 octobre, à midi.	*Id.*
1812	22 29 〃	9 octobre, à 2h 30m s.	*Id.*
1813	22 28 〃	30 octobre, à midi.	*Id.*
1814	22 34 〃	10 août, à midi.	*Id.*
1816	22 25 〃	12 octobre, à 3h s.	*Id.*

Années.	Déclinaisons occident.	Jours et heures des observations	Noms des observateurs.
1817	22° 19′ ″″	10 février, à midi 30^{m}.	Arago.
1818	22 26 ″	15 octobre, à 9^{h} m.	*Id.*
1819	22 29 ″	22 avril, à 2^{h} s.	*Id.*
1821	22 25 ″	26 octobre, à midi.	*Id.*
1822	22 11 ″	9 octobre, à midi.	*Id.*
1823	22 23 ″	21 novembre, à 1^{h} 15^{m} s.	*Id.*
1824	22 23 15	13 juin, à 1^{h} 15^{m} s.	*Id.*
1825	22 12 48	18 août, à 8^{h} 40^{m} m.	*Id.*
Id.	22 21 31	*Id.* à midi.	*Id.*
1827	22 20 ″	8 juillet, à 1^{h} 8^{m} s.	*Id.*
1828	22 5 57	7 août, à 8^{h} 7^{m} m.	*Id.*
1829	22 12 5	3 octobre, à 2^{h} 45^{m} s.	*Id.*
1832	22 3 ″	4 mars, à 11^{h} 35^{m} m.	*Id.*
1835	22 4 ″	9 novembre, à 1^{h} 8^{m} s.	*Id.*
1848	20 41 ″	22 décembre, à 1^{h} 45^{m} s.	Laugier et Goujon.
1849	20 34 18	30 novembre, à 1^{h} 25^{m} s.	Mauvais et Goujon.
1850	20 30 40	4 décembre, à 1^{h} 45^{m} s.	Laugier et Mauvais.
1851	20 25 ″	16 novembre, à 1^{h} 2^{m} s.	*Id.*
1852	20 19 ″	3 décembre, à 2^{h} 12^{m} s.	*Id.*

Ainsi on voit, à en juger par ces seuls résultats, que c'est vers 1814 que l'aiguille aimantée a atteint sa déviation maximum vers l'occident; depuis cette époque, elle a rétrogradé vers l'orient, mais avec une grande lenteur d'abord. De même que dans la fin de son excursion occidentale sa vitesse était très-petite, le commencement de sa course en sens contraire ne saurait être que très-peu rapide.

Nous avons été le premier à annoncer (*Annuaire de* 1814) « que le mouvement progressif de l'aiguille aimantée vers l'ouest s'étant continuellement ralenti dans les dernières années, cela semblait indiquer que, dans quelque temps, il pourrait devenir rétrograde. » Cependant, ajoutions-nous, « comme l'aiguille a déjà présenté anciennement des stations de plusieurs années, il sera prudent,

avant d'adopter définitivement cette conclusion, d'attendre des observations ultérieures. »

Cependant, en 1817 (*Annales de chimie et de physique*, 2e série, t. VI, p. 443), nous avons cru pouvoir nous départir de notre réserve. Nous avons dit : « Le 10 février 1817, à une heure après midi, l'aiguille magnétique déviait à l'ouest de 22° 19'. Cette observation, comparée aux résultats des deux années précédentes, ne semble plus laisser aucun doute sur le mouvement rétrograde de l'aiguille aimantée. »

Cette conclusion ne fut pas immédiatement admise. D'après des observations qu'il avait faites à Londres, de 1817 à 1819, le colonel Beaufoy pensa même infirmer le résultat que j'avais obtenu (*Annales de chimie et de physique*, t. XI, p. 332). Mais bientôt cet habile observateur revint sur sa première impression et partagea complétement nos idées, aujourd'hui corroborées par un mouvement constamment rétrograde prolongé pendant près de quarante ans. Du reste, notre conviction était fondée sur plus de douze mille observations, non pas de déclinaisons absolues, mais de variations diurnes qui ne pouvaient laisser aucun doute.

Il était déjà assez difficile d'imaginer quelle espèce de changement, dans la constitution de la terre, avait pu, en cent cinquante-trois ans, transporter la résultante des forces magnétiques qui en émanent, du nord à 23° vers l'ouest. On voit maintenant qu'il faudra expliquer de plus comment ce changement graduel a cessé pour faire place à un retour vers l'état antérieur du globe.

Le mouvement graduel vers l'ouest n'a eu lieu qu'avec

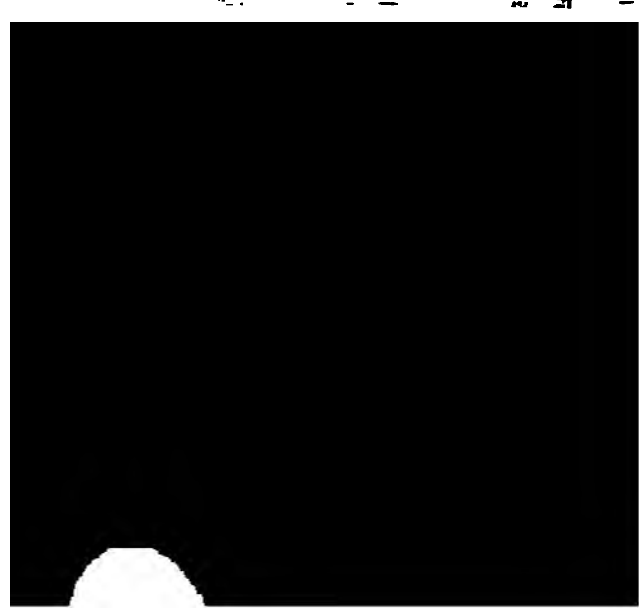
plusieurs oscillations, comme Cassini l'a reconnu le premier.

On verra, par le tableau suivant, que nous empruntons à M. Gilpin, que les observations de Londres avaient donné des résultats analogues à ceux des observations de Paris, en ce qui concerne le ralentissement dans le mouvement vers l'occident.

Année de l'observation.	Déclinaison observée.	Changement moyen annuel de déclinaison entre ces diverses époques.	Noms des observateurs.
1580	11° 15' est	7' 5"	Burrows.
1622	6 0	9 6	Gunter.
1634	4 6	10 6	Gellibrand.
1657	0 0	10 2	Bond.
1665	1 22 ouest	9 7	Gellibrand.
1672	2 30	10 5	Halley.
1692	6 0	16 0	*Id.*
1723	14 17	8 1	Graham.
1748	17 40	8 4	*Id.*
1773	21 9	9 3	Heberdem.
1787	23 19	4 7	Gilpin.
1795	23 57	1 2	*Id.*
1802	24 6	0 7	*Id.*
1805	24 8	" "	*Id.*

C'est à la suite d'observations poursuivies avec un zèle bien digne d'éloges, de 1817 à 1819, à Heath, près de Stommore, par 51° 37' 42" de latitude nord et par 1' 20".7 de longitude occidentale, comptée de Greenwich, que le colonel Beaufoy est arrivé à reconnaître que l'aiguille était parvenue, en mars 1819, à la limite de sa digression occidentale, et que maintenant elle marche vers l'est. Voici le résumé des observations de ce physicien :

		Déclinaisons en 1817.	Déclinaisons en 1818.	Différences.
. .	matin,	″	24° 34′ 2″	″
	midi,	″	39 57	″
	soir,	″	″	″
. .	matin,	″	24 34 22	″
	midi,	″	40 51	″
	soir,	″	″	″
. .	matin,	″	24 33 18	″
	midi,	″	41 87	″
	soir,	″	33 47	″
. .	matin,	24° 31′ 52″	24 34 6	+ 2′ 14″
	midi,	44 43	44 50	+ 0 7
	soir,	35 58	36 36	+ 0 58
. .	matin,	24 32 20	24 36 18	+ 3 58
	midi,	42 35	45 49	+ 3 14
	soir,	34- 45	38 35	+ 3 50
. .	matin,	24 31 9	24 33 47	+ 2 38
	midi,	42 14	45 11	+ 2 57
	soir,	34 45	37 40	+ 2 55
. .	matin,	24 31 14	24 34 24	+ 3 10
	midi,	42 6	44 59	+ 2 53
	soir,	35 43	38 14	+ 2 31
. .	matin,	24 33 2	24 34 40	+ 3 24
	midi,	42 51	45 58	+ 3 7
	soir,	33 45	37 50	+ 4 5
re.	matin,	24 33 2	24 34 29	+ 1 27
	midi,	41 36	45 22	+ 3 46
	soir,	34 38	37 28	+ 2 50
. .	matin,	24 31 6	24 35 26	+ 4 20
	midi,	40 46	33 28	+ 2 42
	soir,	″	″	″
re.	matin,	24 31 49	24 33 24	+ 1 35
	midi,	37 55	41 41	+ 3 36
	soir,	″	″	″
re.	matin,	24 34 3	24 37 4	+ 3 1
	midi,	38 2	41 20	+ 3 18
	soir,	″	″	″



n soustrayant les déclinaisons de 1819 de celles rminées aux mêmes heures en 1818, on trouverait l une colonne de différences négatives, mais seule- ; à partir du mois d'avril; dans ce mois, en 1819, t donc, suivant les observations du colonel de Beau- l'origine du mouvement rétrograde de l'aiguille ntée.

ur voir d'un coup d'œil à combien s'élèverait main- it la vitesse moyenne de l'aiguille vers l'est, réunis- ensemble toutes les observations faites aux mêmes es dans chaque année.

	Déclinaisons moyennes en 1818.	Différences entre 1818 et 1819.
Matin,	24° 34′ 33″	— 1′ 32″
Midi,	24 43 26	— 2 34
Soir,	24 37 10	— 2 27
	Déclinaisons moyennes en 1819.	
Matin,	24° 33′ 06″	
Midi,	24 40 52	
Soir,	24 34 43	Différences entre 1819 et 1820.
	Déclinaisons moyennes en 1820.	— 1′ 50″
Matin,	24° 32′ 16″	— 1 48
Midi,	24 39 4	— 1 33
Soir,	24 33 10	

: mouvement rétrograde annuel moyen est donc à 1′ 57″.

: mouvement total vers l'est, entre 1818 et 1820, se ve être, d'après cette table :

'ar la comparaison des observations du matin. . . 3′ 22″
'ar celle des observations de midi 4 22
it, enfin, d'après les observations du soir. 4 00

es quantités étant supérieures aux erreurs des obser-



1649.	1°	30′	à l'est.
s 1656.	0		
1672.	3	35	ouest.
1806.	18	25	
1817.	17	56	(Le 8 septembre, à 2 h. après-midi.)

1737, à Tornea, d'après une moyenne entre les ions de quatre aiguilles différentes, la déclinaison ie 5° 5′ à l'ouest (Maupertuis, *Fig. de la terre*, 2); et, en 1695, Bilberg l'avait trouvée de 7°

ɜ circonstance digne d'être notée, et qui résulte des ιux précédents, c'est que la déclinaison a été nulle à ahague plus tôt qu'à Londres et qu'à Paris, et nulle à Londres plus tôt qu'à Paris.

CHAPITRE VII.

'ARIATION DE LA DÉCLINAISON A LA SURFACE DE LA TERRE.

n passant d'un lieu à un autre sur la surface du globe, oit la déclinaison de l'aiguille varier très-sensiblet, comme Christophe Colomb l'a constaté le pre-'. Dans certaines régions de la terre, en Europe par ıple, la déclinaison est maintenant occidentale; dans tres parties elle est orientale, et enfin, pour une série points intermédiaires et qui forment les bandes sans inaison, l'aiguille se dirige vers les pôles.

n a observé jusqu'ici trois lignes sans déclinaison que narins ont suivies jusqu'à des latitudes plus ou moins ées; on les a tracées sur plusieurs mappemondes, ; les variations de la déclinaison font continuellement



1649.	1° 30′ à l'est.	
Vers 1656.	0	
1672.	3 35 ouest.	
1806.	18 25	
1817.	17 56	(Le 8 septembre, à 2 h. après-midi.)

En 1737, à Tornea, d'après une moyenne entre les indications de quatre aiguilles différentes, la déclinaison était de 5° 5′ à l'ouest (Maupertuis, *Fig. de la terre*, p. 152); et, en 1695, Bilberg l'avait trouvée de 7° ouest.

Une circonstance digne d'être notée, et qui résulte des tableaux précédents, c'est que la déclinaison a été nulle à Copenhague plus tôt qu'à Londres et qu'à Paris, et nulle aussi à Londres plus tôt qu'à Paris.

CHAPITRE VII.

VARIATION DE LA DÉCLINAISON A LA SURFACE DE LA TERRE.

En passant d'un lieu à un autre sur la surface du globe, on voit la déclinaison de l'aiguille varier très-sensiblement, comme Christophe Colomb l'a constaté le premier. Dans certaines régions de la terre, en Europe par exemple, la déclinaison est maintenant occidentale; dans d'autres parties elle est orientale, et enfin, pour une série des points intermédiaires et qui forment les bandes sans déclinaison, l'aiguille se dirige vers les pôles.

On a observé jusqu'ici trois lignes sans déclinaison que les marins ont suivies jusqu'à des latitudes plus ou moins élevées; on les a tracées sur plusieurs mappemondes, mais les variations de la déclinaison font continuellement

changer leur forme et leur position. Nous avons vu plus haut que l'une d'elles traversait Paris en 1663; depuis cette époque, elle s'est constamment avancée vers l'ouest, et maintenant elle passe dans le voisinage de Philadelphie.

On a appelé *méridiens magnétiques* des lignes telles que, si on les suivait avec une boussole, on trouverait constamment le même angle de déclinaison. Ainsi, dans les années 1811 et 1812, M. le capitaine Beaufort a

... la déclinaison occidentale sur divers points d'une ... qui s'étendait de 35° 20' de latitude nord et ... de longitude occidentale Greenwich, jusqu'à ... 35° 20' de longitude:

... déclinaison occidentale sur tous les points de la ... 35° 20' de latitude et 32° ... d'une ... de longitude d'autre ...

... ligne passant par 35° 20' de latitude ... longitude occidentale d'une part, ... 28° 25' de longitude ...

... magnétiques ... constamment ... méridiens magnétiques. M. le capitaine ... 1800 ...

ont été observées pendant les voyages de Cook et du chevalier de Langle; le premier a trouvé, par 60° de latitude australe et par 92° 35′ de longitude, que l'aiguille déviait à l'orient de 46° 6′; le second de ces navigateurs a observé une déclinaison de 45° vers le 62e degré de latitude nord, entre le Groënland et la terre de Labrador; dans ce dernier point, comme on voit, la direction de l'aiguille n'indique pas plutôt le couchant que le nord.

CHAPITRE VIII.

VARIATIONS ANNUELLES DE L'AIGUILLE DE DÉCLINAISON.

L'aiguille magnétique, outre le mouvement général qui la transporte graduellement, d'année en année, vers l'est ou vers l'ouest, outre les variations diurnes dont nous parlerons dans le chapitre suivant, outre les variations irrégulières dont nous nous occuperons dans une Notice spéciale sur les aurores boréales, est assujettie à des oscillations annuelles, découvertes par Cassini, et qui paraissent liées aux positions du soleil relativement aux équinoxes et aux solstices.

D'après ce savant, dans l'intervalle du mois de janvier au mois d'avril, l'aiguille aimantée s'éloigne du pôle nord, en sorte que la déclinaison occidentale augmente.

A partir du mois d'avril et jusqu'au commencement de juillet, c'est-à-dire durant tout le temps qui s'écoule entre l'équinoxe de printemps et le solstice d'été, la déclinaison diminue, ou, en d'autres termes, l'extrémité nord de l'aiguille se rapproche du pôle.

Après les solstices d'été et jusqu'à l'équinoxe du prin-

temps suivant, l'aiguille reprend son chemin vers l'
de manière qu'en octobre elle se retrouve à fort pe
dans la même direction qu'en mai : entre octobre et
le mouvement occidental est plus petit que dans les
mois précédents.

On voit, en résumé, que, durant les trois mois c
entre l'équinoxe de printemps et le solstice d'été
guille rétrograde vers l'est, et que, dans les neu
suivants, sa marche générale, au contraire, est
vers l'ouest.

Les variations diurnes de l'aiguille étant tr
sibles, un grand nombre de déclinaisons différente
vant être observées toutes les vingt-quatre heures
demandera sans doute quelles sont, parmi ces d
déclinaisons journalières, celles qu'on adopte pour
les lois précédentes? Je répondrai que ces lois s
fient également, soit qu'on se borne, dans la disc
aux seules déclinaisons maximum ou aux seules d
sons minimum. Toutefois, pour rendre les éval

[redacted]

correspondante à un mois s'obtient en additionnant les moyennes de tous les jours du mois, et en divisant la somme par le nombre de ces jours.

Tableau des déclinaisons moyennes de Paris.

	1784.	1785.	1786.	1787.	1788.	Moyenne des 5 années.
Janvier,	— 4′ 29″	18′ 19″	27′ 3″	33′ 9″	39′ 31″	22′ 43″
Février,	— 4 53	20 2	27 36	37 42	41 25	24 22
Mars,	+ 2 53	19 44	28 36	48 59	40 46	28 12
Avril,	+ 3.39	19 12	30 47	49 58	53 21	31 23
Mai,	+ 2 39	17 31	27 51	46 47	49 58	28 57
Juin,	— 2 59	14 26	17 43	40 4	46 46	23 12
Juillet,	— 2 31	14 26	20 56	35 26	46 17	22 55
Août,	— 0 58	15 39	20 39	37 50	45 19	23 42
Septembre,	+ 3 13	18 9	24 57	42 33	46 17	26 2
Octobre,	+ 9 58	21 11	30 54	47 42	52 6	32 22
Novembre,	+12 18	26 32	26 52	35 18	54 42	31 8
Décembre,	+13 54	27 13	32 30	39 12	52 1	32 58

Les nombres négatifs, que la colonne de 1784 renferme, montrent que, dans cette année, l'index de l'aiguille était à droite du zéro de la division. On n'a pas marqué les degrés ; ici ils étaient inutiles.

Réunissons maintenant, de la même manière, les observations faites à Londres par M. Gilpin, dans les environs des équinoxes et des solstices.

Tableau des déclinaisons moyennes de Londres.

Années.	Mars.	Juillet.	Septembre.	Décembre.
1793	23° 48′.8	23° 48′.5	23° 52′.6	23° 52′.3
1795	23 57.5	23 57.1	23 60.4	23 59.4
1796	23 61.1	23 58.7	23 60.1	23 61.3
1797	24 1.5	24 0.2	24 1.4	24 1.3
1798	24 0.6	24 0.0	24 1.4	24 1.4
1799	24 1.1	24 0.6	24 2.9	24 2.3
1800	24 3.6	24 1.8	24 3.6	24 3.3
1801	24 5.2	24 2.8	24 3.8	24 5.4

Années.	Mars.	Juillet.	Septembre.	Décembre.
1802	24° 6′.9	24° 5′.3	24° 8′.7	24° 6′.8
1803	24 8.0	24 7.0	24 10.5	24 10.7
1804	24 9.4	24 6.0	24 8.9	24 9.0
1805	24 8.7	24 7.8	24 10.0	24 9.4
Moyennes..	24 2.7	24 1.3	24 3.7	24 3.6

Les observations précédentes nous donnent donc, comme celles de Paris, un maximum de déclinaison vers l'équinoxe de printemps et un minimum au solstice d'été; mais, ici, l'amplitude de l'oscillation est beaucoup moindre. Cet affaiblissement ne me semble pas pouvoir être expliqué par les imperfections de la suspension à chape qu'employait M. Gilpin, puisque ces mêmes observations donnent, dans les différentes saisons, des variations diurnes aussi grandes que celles d'une aiguille supportée par un fil de soie écrue[1]. Sans avoir la prétention d'indiquer ici la cause d'une si singulière variation, j'espère qu'on me permettra quelques rapprochements qui peut-être ne sont pas sans intérêt.

L'époque de 1786, dans laquelle observait Cassini, et celle de 1800, correspondante aux mesures de M. Gilpin, ne me paraissent différer essentiellement l'une de l'autre, sous le rapport du magnétisme, qu'en un seul point; en 1786, le changement annuel de déclinaison moyenne était

1. Voici les valeurs moyennes de ces variations diurnes, à Londres, d'après M. Gilpin, dans l'intervalle compris entre 1793 et 1805 :

En mars	8′.5
En juin.	11.2
En juillet.	10.6
En septembre	8.7
En décembre.	3.7

de 9′; ce changement, en 1800, s'élevait à peine à 1′ : or, n'est-il pas digne de remarque que le mouvement rétrograde qu'éprouve l'aiguille entre l'équinoxe de printemps et le solstice d'été se soit affaibli en même temps que le mouvement général et annuel vers l'ouest. Si ces deux phénomènes ont une liaison réelle, l'oscillation rétrograde du printemps ne doit plus subsister maintenant, puisque nous avons vu que la déclinaison occidentale a atteint son maximum, et que même elle commence à diminuer; or, je trouve dans les observations du colonel Beaufoy, en les groupant, comme je l'ai fait, dans le tableau suivant, la confirmation de ma conjecture.

Tableau des déclinaisons moyennes déduites des observations de M. Beaufoy, et correspondantes aux divers mois des années 1817, 1818, 1819 *et* 1820.

	1817.	1818.	1819.	1820.	Moyenne des 3 dernières années.
Janvier,	24° ″′ ″″	24° 36′ 59″	24° 37′ 48″	24° 36′ 0″	24° 36′ 56″
Février,	″ ″	37 37	37 6	35 13	36 39
Mars,	″ ″	37 27	37 30	35 10	36 42
Avril,	38 47	39 28	37 52	35 33	37 38
Mai,	37 28	41 4	37 2	35 25	37 51
Juin,	36 42	39 29	36 35	34 33	36 52
Juillet,	36 40	39 37	37 22	33 51	36 57
Août,	37 4	40 19	37 41	35 13	37 44
Septembre,	37 18	39 25	37 2	35 53	37 27
Octobre.	35 53	34 27	38 47	35 17	36 10
Novembre,	34 52	37 33	35 48	35 1	36 6
Décembre,	36 3	39 12	35 25	34 49	36 29

On voit qu'ici l'oscillation périodique découverte par Cassini et confirmée par M. Gilpin n'a plus lieu. Cette oscillation, après avoir cessé d'exister, ne se manifestera-t-elle pas en sens contraire ou à d'autres époques de

l'année, lorsque le mouvement de l'aiguille vers l'est sera devenu un peu plus rapide? Des observations ultérieures serviront à résoudre cette question; en attendant, je transcrirai ici un tableau que je trouve dans les *Memoirs of the american Academy*, et qui contient les déclinaisons déterminées à Salem (États-Unis d'Amérique), en 1810, par Bowditch. Le lecteur remarquera qu'à Salem la déclinaison est occidentale, et que, depuis un grand nombre d'années, elle diminue graduellement d'environ 2′ par an.

Déclinaisons moyennes.

Avril 1810	6°	21′	21″	ouest.
Mai		23	36	
Juin		25	42	
Juillet		28	51	
Août		29	44	
Septembre		25	21	
Octobre		21	42	
Novembre		19	11	
Décembre		12	35	
Janvier 1811		20	55	
Février		21	19	
Mars		20	29	
Avril		23	39	
Mai		21	38	

Ces résultats n'offrent plus aucune trace de la période de Cassini; car la déclinaison, loin de diminuer entre l'équinoxe de printemps et le solstice d'été, s'est graduellement accrue depuis le mois d'avril jusqu'au mois d'août. Par compensation, on remarque une diminution fort sensible de cet angle entre septembre et décembre. Ne pourrait-on pas conclure de là que la période en question subsiste encore, mais qu'elle s'est transportée du printemps en automne? Si cette conjecture, dont je sens,

au reste, moi-même, toute l'insuffisance, sur le petit nombre d'observations de Bowditch, se confirme par la suite, les oscillations annuelles seront réglées par ces principes très-simples :

Quand l'aiguille, la déclinaison étant occidentale, s'éloigne annuellement du méridien, elle éprouve, au printemps, un mouvement rétrograde qui la rapproche de ce plan (C'est ce que Cassini avait découvert.);

Cette oscillation rétrograde est d'autant plus étendue, que le changement annuel de déclinaison est plus grand (Ceci résulte de la comparaison des observations de Cassini avec celles de M. Gilpin.);

L'oscillation disparaît, et tous les mois donnent à peu près la même déclinaison moyenne, quand l'aiguille étant parvenue à la limite de sa digression occidentale, le changement annuel de déclinaison est nul (Observations de M. Beaufoy.);

Enfin, lorsque la déclinaison occidentale diminue d'année en année, on n'observe plus d'oscillation remarquable de l'aiguille vers l'est qu'entre les mois de septembre et de décembre (Observations de Bowditch.).

CHAPITRE IX.

VARIATIONS DIURNES DE L'AIGUILLE DE DÉCLINAISON.

La découverte des variations diurnes de l'aiguille aimantée remonte à l'année 1722; elle a été faite par Graham. Depuis lors, ce curieux phénomène a fixé l'attention d'un grand nombre d'observateurs, et néanmoins, on doit l'avouer, il est encore enveloppé dans une grande

obscurité. Tous les physiciens admettent que, en Europe, l'extrémité boréale de l'aiguille aimantée marche, tous les jours, de l'est à l'ouest, depuis le lever du soleil jusqu'aux approches d'une heure après-midi, et qu'ensuite elle rétrograde vers l'est; ils admettent aussi que l'étendue de ces oscillations journalières est plus grande en été qu'en hiver. Mais tout cela est-il bien certain? Est-il vrai aussi, par exemple, que la position géographique ait sur ces phénomènes quelque influence, et que l'aiguille, comme quelques observateurs l'ont cru, se déplace beaucoup moins, toutes les vingt-quatre heures, près de l'équateur terrestre que dans nos climats?

Les académiciens de Pétersbourg ont plusieurs fois annoncé que, dans cette ville, la déclinaison ne varie ni du matin au soir, ni du jour au lendemain, ni même d'une année à l'autre. Malgré la confiance que les noms d'Euler, de Krafft, etc., peuvent inspirer, une anomalie aussi extraordinaire doit-elle être admise, tant qu'elle ne se fondera pas sur des observations nombreuses et faites avec des instruments très-précis?

Lorsqu'on pousse l'exactitude, dans l'observation des oscillations diurnes de l'aiguille aimantée, jusqu'aux secondes de degrés, on ne trouve pas dans l'année deux jours qui se ressemblent parfaitement : ceci tient sans doute aux changements perpétuels des circonstances atmosphériques; mais on conçoit combien il serait inutile d'essayer quelque hypothèse à cet égard, tant que des observations exactes et correspondantes n'auront pas appris si ces perturbations sont locales, ou si elles s'observent simultanément dans des lieux éloignés.

Deux causes principales semblent donc avoir nui aux progrès qu'on a faits jusqu'ici dans l'étude des phénomènes magnétiques, savoir : d'une part, le manque d'observations correspondantes faites dans des lieux suffisamment éloignés, et, de l'autre, l'imperfection des instruments. Le Bureau des Longitudes ayant fait établir récemment, à l'Observatoire, un appareil extrêmement précis, construit par Fortin, on pourra donner à cette branche de la physique toute l'attention qu'elle mérite. J'ai pu faire pour ma part des observations suivies sur ce sujet de 1818 à 1835; leur discussion fera l'objet du chapitre suivant.

Si je ne me trompe, il n'existait naguère en Europe qu'un seul endroit (l'Observatoire de *Bushey-Heath,* près de Londres) où l'on suivît régulièrement les variations diurnes de l'aiguille aimantée. On doit regretter que le propriétaire de cet établissement, le colonel Beaufoy, dont tous les physiciens ont été à même d'apprécier le mérite, se soit servi, dans ses observations, d'une aiguille supportée par une chape, et qu'il n'ait pas préféré de la suspendre, comme le faisait Coulomb, à un fil sans torsion.

M. Beaufoy a déduit de ses observations les valeurs suivantes des variations diurnes dans les divers mois de l'année. Je remarquerai ici, une fois pour toutes, que les observations du matin sont faites généralement à huit heures quarante minutes; celles du milieu du jour, à une heure vingt minutes, et les observations du soir à sept heures cinquante minutes; les variations du matin représentent donc le mouvement de l'aiguille entre huit heures

quarante minutes et une heure vingt minutes; celles du soir, le mouvement contraire qui a lieu entre une heure quarante minutes et sept heures cinquante minutes du soir.

		1817.	1818.	1819.	1820.	Moyennes.
Janvier . .	matin,	″′ ″″	5′ 55″	4′ 12″	3′ 48″	4′ 28″
	soir,	″ ″	″ ″	″ ″	″ ″	″ ″
Février . .	matin,	″ ″	6 29	5 38	5 48	5 59
	soir,	″ ″	″ ″	″ ″	″ ″	″ ″
Mars. . . .	matin,	″ ″	8 19	8 24	8 46	8 30
	soir,	″ ″	7 50	6 25	5 48	6 41
Avril. . . .	matin,	12 51	10 44	10 33	9 31	11 0
	soir,	8 45	8 14	8 10	8 31	82 5
Mai	matin,	10 15	9 31	8 40	9 26	9 28
	soir,	7 50	7 14	7 12	7 8	7 21
Juin	matin,	11 5	11 24	10 13	9 26	10 32
	soir,	7 29	7 31	6 32	5 28	6 45
Juillet. . .	matin,	10 52	10 35	9 41	10 19	10 22
	soir,	6 23	6 45	6 35	5 34	6 19
Août. . . .	matin,	11 35	11 18	10 16	9 35	10 41
	soir,	9 6	8 8	8 25	6 46	8 6
Septembre.	matin,	8 34	10 53	9 6	9 13	9 27
	soir,	6 58	7 54	8 6	7 30	7 37
Octobre . .	matin,	9 40	7 52	6 41	8 33	8 11
	soir,	″ ″	″ ″	″ ″	″ ″	″ ″
Novembre.	matin,	6 6	8 17	6 10	5 15	6 25
	soir,	″ ″	″ ″	″ ″	″ ″	″ ″
Décembre.	matin,	3 59	4 16	3 51	3 31	3 54
	soir,	″ ″	″ ″	″ ″	″ ″	″ ″

Les observations du soir manquent dans les mois de janvier, février, novembre et décembre, le jour étant alors trop faible pour qu'on puisse distinguer les mires.

On voit que l'étendue moyenne des oscillations journalières de l'aiguille, pour les divers mois de l'année, est comprise entre trois et douze minutes. Ces oscillations ont

été à leur maximum en avril et août; le minimum a été observé en décembre.

L'étendue de la variation diurne n'est donc pas la même dans tous les mois de l'année; elle est également variable dans les différents lieux de la terre.

Plusieurs circonstances atmosphériques, et surtout les aurores boréales, influent sensiblement sur l'étendue des variations diurnes de l'aiguille. Cette étendue semble aussi diminuer à mesure qu'on se rapproche de l'équateur, et peut-être encore des points où la déclinaison absolue est très-petite. A Sainte-Hélène et à Sumatra, par exemple, les variations diurnes ne montent guère qu'à 2′ ou 3′.

Mais, à cet égard, il y aurait à faire de nouvelles observations suffisamment prolongées et entreprises avec de bons instruments.

Dans l'hémisphère *nord*, la pointe d'une aiguille horizontale aimantée, qui se tourne vers le *nord*, marche :

De l'est à l'ouest, depuis huit heures un quart du matin jusqu'à une heure un quart après midi;

De l'ouest à l'est, depuis une heure un quart après midi jusqu'au soir.

Notre hémisphère ne peut avoir, à cet égard, aucun privilége; ce qu'y éprouve la pointe nord doit se produire sur la pointe sud, au sud de l'équateur. Ainsi :

Dans l'hémisphère *sud*, la pointe d'une aiguille horizontale aimantée, qui se tourne vers le *sud*, marchera :

De l'est à l'ouest, depuis huit heures un quart du matin jusqu'à une heure un quart après midi;

De l'ouest à l'est, depuis une heure un quart aprèsmid jusqu'au soir.

L'observation, on comprend, s'est trouvée d'accord av[illegible] le raisonnement.

Comparons maintenant les mouvements simultanés de [illegible] deux aiguilles, en les rapportant à la même pointe, à cel[illegible] qui est tournée vers le nord.

Dans l'hémisphère sud, la pointe tournée vers le s[illegible] marche:

De l'est à l'ouest, depuis huit heures un quart du m[illegible] jusqu'à une heure un quart après midi; donc [illegible] pointe nord de la même aiguille éprouve le mouvem[illegible] contraire ainsi délimité:

Dans l'hémisphère sud, la pointe tournée vers le n[illegible] marche:

De l'ouest à l'est, depuis huit heures un quart du m[illegible] jusqu'à une heure un quart après midi; c'est précisém[illegible] l'opposé du mouvement qu'effectue aux mêmes heu[illegible] dans notre hémisphère, la même pointe nord.

Supposons qu'un observateur, partant de Paris, s'avance vers l'équateur. Tant qu'il sera dans not[illegible]

où la trouver? Est-elle l'équateur magnétique,
ıteur terrestre, ou bien quelque courbe d'égale
ıité?
·s recherches faites pendant plusieurs mois, sur des
s situés dans l'un des espaces que l'équateur ter-
e et l'équateur magnétique comprennent entre eux,
que Fernambouc, Payta, la Conception, les îles
w, etc., conduiraient certainement à la solution dési-
mais plusieurs mois d'observations assidues seraient
ssaires, car, malgré l'habileté de l'observateur, les
tes relâches de M. le capitaine Duperrey à la Concep-
et à Payta, faites à la demande de l'Académie, ont
é subsister quelques doutes.
a science s'est enrichie, depuis quelques années, d'un
nombre d'observations de variations diurnes de l'ai-
le aimantée; mais la plupart de ces observations ont
faites ou dans des îles ou sur les côtes occidentales des
tinents. Des observations analogues correspondantes,
s sur des côtes orientales, seraient aujourd'hui très-
s : elles serviraient, en effet, à soumettre à une
uve presque décisive la plupart des explications qu'on
ayé de donner de ce mystérieux phénomène.
J'ai toujours pensé, quant à moi, que les variations
nes de l'aiguille aimantée étaient liées à la marche du
eil. J'ai été heureux de voir confirmer mes idées à cet
rd, et c'est ce que j'ai constaté, à la date du 26 juil-
1837, dans une séance du Bureau des Longitudes
t le procès-verbal contient la mention suivante :
« M. Arago annonce le retour de M. d'Abbadie.
d'Abbadie dit avoir observé, ainsi que M. Arago

ligi
vie
col
qu
siè
da
Ai
lig
n
v
a
l.
l

Barlow trouva constamment que les taient à leur maximum lorsque l'ai- t ou à l'ouest, et qu'elles devenaient bles si elle se dirigeait près du nord- ud-sud-est. Depuis le nord-nord-ouest rincipal mouvement diurne transportait l'aiguille vers le nord du monde : entre le nord, cette pointe marchait aussi vers vements, dans les deux cas, se faisaient ntraire.

horizontale dont on dirigeait la pointe, les barreaux voisins, vers le nord ou vers ait, dans la maison de M. Barlow, sa e vers le nord. Dans le jardin, la même ctuait vers le sud. M. Barlow s'est assuré gulière anomalie ne dépendait pas d'un ians les positions relatives des barreaux et Ayant soupçonné que la lumière pouvait être phénomène, il observa, pendant deux jours les fenêtres de l'appartement restant fer- égularité persista, mais elle fut atténuée. enfin qu'une étuve en métal, placée dans la ouvait éprouver une variation diurne dans sa gnétique, il transporta une bombe dans le jar- plaça, relativement à l'aiguille, comme l'étuve ns la maison. Après ce changement, le maximum au lieu d'être sept heures du matin, s'observait e heures du soir; mais l'anomalie dans la direc- n mouvement persista.

. Christie, dont la maison est assez éloignée de

celle de M. Barlow, remarqua une anomalie semblable.

« Notre auteur paraît disposé à attribuer les variations diurnes à un changement dans l'intensité magnétique du globe, produite par l'action des rayons solaires. Ce changement dépendrait, quant à sa valeur, de la déclinaison de l'astre, c'est-à-dire, de sa position relativement au plan d'attraction nulle. L'expérience faite dans la chambre obscure l'a porté à penser que la cause excitante des variations diurnes se trouve dans les rayons lumineux, et non dans les rayons calorifiques du soleil.

« Le même professeur Christie, dont nous avons parlé plus haut, croit, au contraire, que le changement de déclinaison tient aux rayons de chaleur, et non pas aux rayons de lumière. Un changement de température d'un seul degré Farenheit, dans les barreaux placés auprès de l'aiguille, altérait d'un degré la position de celle-ci. En échauffant l'un de ces barreaux avec la main, l'aiguille changea de position de 2 à 3°, pendant des expériences faites en présence de MM. Œrsted et Barlow. »

Haüy est, je crois, le premier qui ait signalé les avantages qu'on peut tirer, pour des expériences où l'on se propose d'apprécier de très-petites actions magnétiques, d'une aiguille délicatement suspendue dont a affaibli la force directrice, en plaçant près d'elle, dans la position convenable, un barreau aimanté. (Voyez le *Traité des pierres précieuses*, p. 176 et suiv.) M. Biot a depuis signalé cette méthode comme étant propre à agrandir presque indéfiniment les variations diurnes. (*Traité élémentaire de Physique*, II. 101. Seconde édition. 1821.) C'est donc le projet de M. Biot que M. Barlow a réalisé.

CHAPITRE X.

·'ATIONS DE M. ARAGO SUR LES VARIATIONS DIURNES DE LA DÉCLINAISON A PARIS, DE 1818 A 1835.

Bureau des Longitudes a fait établir, à l'Observa- le Paris, une boussole consacrée exclusivement aux ıons diurnes de la déclinaison ; les observations ont .encé en septembre 1818. Dans le courant de 1819, rreau d'acier qui était suspendu à plat éprouva, *aucune cause apparente*, un changement subit de tion ; les variations diurnes se trouvèrent en même s réduites presque au dixième deleur valeur primi- tandis que l'intensité magnétique s'était considéra- ent accrue. Lorsque j'eus reconnu que ce nouvel le choses ne changeait point, je fis démonter l'instru- , et après avoir modifié quelques-unes de ses pièces, pendis encore le barreau à un fil sans torsion, mais anière que sa face la plus large, au lieu d'être hori- le comme la première fois, se trouve maintenant ale. Ces changements ne permirent de commencer nouvelle série d'observations qu'en février 1820 ; is elles ont marché avec une grande régularité jus- ı novembre 1835. J'avais d'abord seulement l'inten- le reconnaître, par l'examen des déclinaisons corres- antes aux diverses heures de la journée dans deux es consécutives, si le mouvement rétrograde de ille vers le nord que m'avaient déjà indiqué des vations isolées se confirmait. Je crus devoir ensuite re mon travail beaucoup plus que cette première

question ne l'aurait exigé, et cela dans l'espérance qu'en comparant mes observations à celles que les navigateurs anglais comptaient faire simultanément dans les régions polaires, on arriverait à quelque résultat utile. L'étude des écrits de mes devanciers m'apprit bientôt que, malgré l'énorme masse d'observations de variations diurnes faites dans divers temps et en divers lieux, plusieurs circonstances capitales exigeraient de nouvelles recherches. Je crus voir, par exemple, que les heures des *maxima* et des *minima* moyens n'avaient pas été exactement déterminées; qu'on ne savait point si ces heures étaient les mêmes dans toutes les saisons, etc., etc.; je m'imposai aussitôt l'obligation de consulter l'aiguille chaque jour, de quart d'heure en quart d'heure, durant une heure et demie le matin, vers l'époque du *minimum* de déclinaison, et durant une heure et demie dans l'après-midi, vers l'instant où le *maximum* arrive.

J'ai trouvé qu'à Paris l'aiguille horizontale a *ordinairement* une marche très-régulière. Tous les jours, dans la même semaine, elle fait, à quelques secondes près, des excursions d'égale amplitude. Les heures des *maxima* et des *minima* de déclinaison sont si constantes qu'on pourrait vraiment s'en servir pour régler sa montre à moins d'un quart d'heure près. Cette circonstance m'a permis de donner à nos observations un grand degré de certitude, de telle sorte qu'on peut avoir toute confiance dans les résultats déduits de mes registres.

[Les registres qu'a laissés M. Arago sur les variations diurnes de l'aiguille aimantée de déclinaison sont au nombre de six, formant chacun un volume grand in-folio

composé de 300 à 400 pages, en tout 2,076 pages, qui sont, à une centaine près, entièrement de la main de l'illustre astronome. On comprend que nous ne puissions pas reproduire ici cet immense travail. Grâce à l'habileté consciencieuse et pleine de sagacité de M. Fédor Thoman, qui a bien voulu faire les calculs minutieux et pénibles qu'exige la transformation des chiffres bruts donnés par l'expérience, nous pouvons présenter seulement un résumé exact de la plus admirable série d'observations magnétiques que la science possédera dorénavant.

Pour établir les tableaux suivants, qui donnent les moyennes mensuelles des valeurs absolues de la déclinaison et de ses variations diurnes pendant treize ans, nous avons suivi la marche tracée par M. Arago lui-même dans la discussion des observations de ses prédécesseurs, discussion que contiennent les chapitres précédents de cette Notice. Le zèle et le dévouement scientifiques de M. Fédor Thoman, sa grande habitude des calculs sont déjà une garantie de l'exactitude des nombres que nous allons donner et que nous avons vérifiés pour la plupart. Le dépôt dans la bibliothèque de l'Institut de tous les registres laissés par M. Arago, et des cahiers qui contiennent les calculs de M. Thoman, permettra en outre de vérifier au besoin si nous avons scrupuleusement résumé les faits qui résultent des observations.

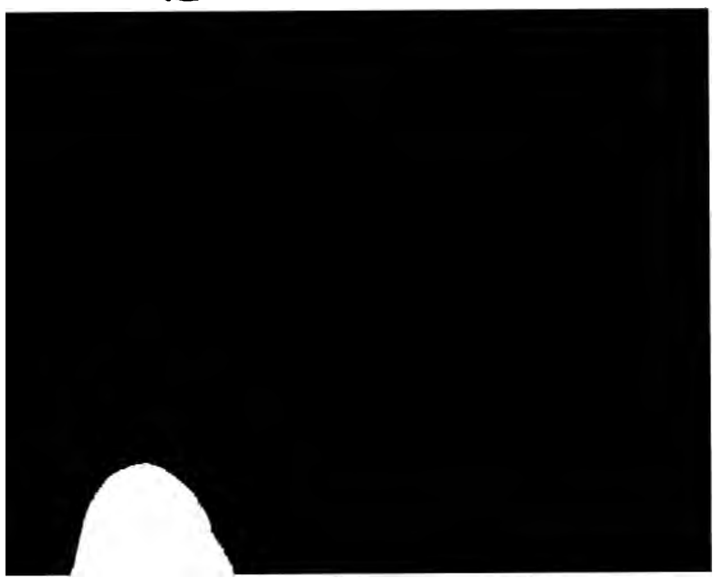
Le plus souvent M. Arago a fait en moyenne onze observations par jour, commençant à sept heures du matin et se terminant à onze heures du soir. Quelquefois on le voit observer d'heure en heure jusqu'à minuit et demi, et être déjà levé à quatre heures du matin pour reprendre

[illegible] [illegible]. Dans certaines [illegible] les observations se [illegible] de cinq en [illegible] et il y en a alors plus [illegible]. Les [illegible] des séances de l'Acad[illegible] à six heures de l'[illegible].

Le nombre total des observations effectuées s'é[illegible]. Nous en donnons le tableau, mais par [illegible] faire voir le degré de [illegible] lorsque les heures [illegible] les variations diurnes [illegible]. M. Arago a [illegible] autour d[illegible] les observations [illegible] et cesser de l[illegible] [illegible] dans la journée.

Tableau du nombre des observations de variations diu[illegible] [illegible] chaque mois.

Années.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.
[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]



Années.	Juillet.	Août.	Septemb.	Octob.	Novemb.	Décemb.	Totaux de chaque année.
1820	509	568	539	474	411	460	5,446
1821	484	502	467	451	505	444	5,675
1822	399	333	151	365	339	296	4,663
1823	465	358	277	292	288	257	4,381
1824	400	357	317	374	312	288	4,148
1825	421	372	314	74	283	243	4,191
1826	384	340	311	399	379	300	4,446
1827	403	372	421	419	319	299	4,458
1828	421	394	356	413	347	292	4,710
1829	506	409	395	827	540	409	5,220
1830	243	86	40	111	184	53	3,127
1831	"	"	"	"	"	"	1,329
1835	"	"	"	215	243	"	805
Totaux. .	4,635	4,091	3,588	4,414	4,150	3,341	52,599

Il résulte de l'examen de toutes les observations que chaque jour l'aiguille aimantée suspendue horizontalement fait deux oscillations complètes, et par conséquent deux déclinaisons *maxima* et deux déclinaisons *minima*, de la manière suivante :

1° A partir de onze heures du soir, la partie nord de l'aiguille marche de l'occident à l'orient, atteint une déclinaison *minimum* à huit heures un quart du matin, et rétrograde ensuite vers l'occident pour atteindre sa déclinaison *maximum* à une heure un quart;

2° A partir d'une heure un quart, l'aiguille marche de nouveau vers l'orient, atteint un second *minimum* entre huit et neuf heures du soir, et revient ensuite vers l'occident pour atteindre son second *maximum* à onze heures du soir.

L'amplitude la plus grande est celle de la demi-oscillation qui s'exécute de huit heures du matin à une heure de l'après-midi; en d'autres termes, pour revenir de son

excursion orientale vers l'occident, l'aiguille s'y reprend à deux fois. Son mouvement d'ailleurs n'est pas absolument régulier. L'aiguille semble au contraire marcher en effectuant de petites oscillations en général peu sensibles. Dans les registres de M. Arago, ce phénomène est signalé pour presque toutes les observations.

Dans le tableau suivant, nous avons réuni les valeurs des variations diurnes moyennes de chaque mois pour les treize années d'observations. Les nombres qui y sont compris ont été obtenus en prenant la différence entre la plus grande et la plus petite déclinaison de chaque jour, et en divisant la somme des différences d'un mois par le nombre de jours de ce mois, pendant lesquels les observations ont été exécutées.

Tableau des variations diurnes mensuelles moyennes de l'aiguille de déclinaison.

Années.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.
1820	"	8′ 54″.88	12′ 6″.28	12′ 57″.92
1821	8′ 39″.07	7 26 .67	11 21 .38	12 20 .02
1822	5 8 .41	6 44 .11	10 4 .01	11 19 .13
1823	5 34 .04	4 43 .16	9 42 .68	11 53 .57
1824	4 26 .13	4 45 .96	9 18 .55	10 8 .13
1825	5 26 .75	8 13 .45	11 23 .43	12 54 .36
1826	5 51 .17	8 2 .12	12 16 .19	12 33 .78
1827	6 11 .46	8 14 .29	11 55 .43	16 7 .05
1828	7 34 .15	10 35 .36	13 5 .49	14 44 .93
1829	11 27 .92	11 19 .79	11 58 .79	14 14 .99
1830	8 55 .73	8 22 .63	14 5 .92	14 43 .52
1831	11 49 .06	8 55 .82	9 15 .28	16 13 .70
1835	6 4 .82	7 40 .79	"	"
Moyennes..	7 15 .73	8 0 .00	11 22 .79	13 20 .92

Années.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.
1820	12′ 3″.66	11′ 2″.76	10′ 52″.84	11′ 14″.08
1821	10 39 .47	10 33 .39	10 29 .28	10 39 .56
1822	10 49 .66	11 13 .61	10 17 .67	10 30 .59
1823	10 16 .17	9 51 .57	10 12 .25	9 54 .47
1824	9 15 .64	10 19 .73	9 4 .90	9 51 .29
1825	11 8 .09	11 6 .50	12 26 .20	12 32 .84
1826	11 13 .08	11 57 .30	10 46 .48	10 36 .38
1827	13 7 .27	12 34 .24	11 58 .14	13 7 .92
1828	13 31 .03	15 32 .54	14 17 .05	13 58 .75
1829	12 49 .86	17 19 .09	14 11 .53	13 50 .39
1830	15 50 .69	12 47 .06	11 24 .83	11 58 .24
1831	13 59 .84	13 8 .39	//	//
1835	//	//	//	//
Moyennes. .	12 3 .70	12 17 .18	11 27 .38	11 39 .50

Années.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Décembre.
1820	11′ 49″.34	8′ 32″.43	8′ 40″.85	6′ 43″.92
1821	9 20 .80	7 31 .07	6 9 .78	3 59 .19
1822	9 22 .02	9 35 .67	6 46 .07	4 3 .40
1823	9 14 .34	7 57 .64	5 20 .39	3 31 .69
1824	8 59 .00	10 17 .67	6 57 .39	4 59 .53
1825	10 36 .19	9 25 .38	6 0 .33	4 47 .64
1826	11 8 .00	10 54 .81	7 9 .46	4 39 .14
1827	12 36 .39	13 13 .07	8 54 .60	7 43 .05
1828	12 11 .04	9 26 .97	6 9 .12	7 8 .33
1829	14 59 .05	16 45 .25	15 34 .04	10 17 .39
1830	13 21 .40	16 1 .82	10 54 .34	10 18 .70
1831	//	//	//	//
1835	//	12 28 .35	17 16 .65	//
Moyennes. .	11 14 .32	11 0 .84	8 49 .42	6 12 .00

Il résulte de ce tableau que le *maximum* moyen de la variation diurne a lieu en avril, et que le *minimum* moyen se présente en décembre. Mais on reconnaît en même temps que ce phénomène est très-variable pour un même mois dans les différentes années. On peut admettre que la variation diurne moyenne est comprise à Paris entre 3 et 17 minutes.

Les [illegible] de M. Arago permettent de calculer avec [illegible] la déclinaison absolue pour chaque [illegible] les déterminations directes dont [illegible] dans l'*Annuaire du Bureau des* [illegible] plus haut (p. 470); en [illegible] les causes perturbatrices sont indiquées et [illegible] une.

[illegible] de chaque jour la moyenne [illegible] *maximum* et la déclinaison *minimum*, [illegible] moyenne du mois la moyenne [illegible] le tableau suivant.

[illegible] des déclinaisons mensuelles absolues à Paris [illegible] à 1835.

[illegible]	[illegible]	[illegible]	Mars.	Avril.
[illegible]		[illegible]	[illegible] 22''.71	22° 23' 56''.61
[illegible]	[illegible]	— [illegible]	— [illegible] .20	— 23 14 .70
[illegible]	— [illegible]	— [illegible]	— 22 28 .51	— 21 27 .69
[illegible]	— [illegible]	— [illegible]	— [illegible] 58 [illegible]	— 19 41 .15
[illegible]	— [illegible]	— [illegible]	— 22 48 .70	— 22 14 .46
[illegible]	— [illegible]	— [illegible]	— 21 [illegible] .11	— 20 7 .05
[illegible]	— [illegible]	— [illegible]	— 17 [illegible] .95	— 17 26 .43
[illegible]	— [illegible]	— [illegible]	— 15 [illegible] .51	— 15 21 .27
[illegible]	— [illegible]	— [illegible]	— 11 8 .16	— 11 13 .10
[illegible]	— [illegible]	— [illegible]	— [illegible] .54	— 8 56 .24
[illegible]	— [illegible]	— [illegible]	— 8 [illegible] .24	— 7 20 .92
[illegible]	— [illegible]	— [illegible]	— [illegible] 51 .57	— 5 53 .27
[illegible]	[illegible]	[illegible]	″	″

Années.	[illegible]	[illegible]	Juillet.	Août.
[illegible]	[illegible]	[illegible]	22° 21' 55''.32	22° 21' 42''.66
[illegible]	— [illegible]	— [illegible]	— 21 18 [illegible]	— 21 49 .01
1822	— [illegible]	— [illegible]	— 19 [illegible] .40	— 20 13 .32
[illegible]	— [illegible]	— [illegible]	— 19 17 .75	— 19 19 .62
[illegible]	— [illegible]	— [illegible]	— 19 8 .30	— 20 33 .24
[illegible]	— [illegible]	— [illegible]	— 18 54 .74	— 19 8 .87
[illegible]	— [illegible]	— [illegible]	— 15 54 .67	— 17 8 .57

...ai.	Juin.	Juillet.	Août.
19".34	22°13′ 21".17	22°12′ 42".81	22°13′ 24".25
26 .89	— 10 51 .11	— 10 12 .20	— 10 29 .32
58 .47	— 7 24 .20	— 7 1 .37	— 7 56 .84
5 55 .51	— 6 23 .12	— 5 2 .48	— 5 12 .58
5 21 .28	— 3 28 .46	"	"
"	"	"	"

...ptembre.	Octobre.	Novembre.	Décembre.
22′ 52".25	22°22′ 10".62	22°21′ 46".02	22°21′ 27".37
21 23 .67	— 21 24 .79	— 21 54 .63	— 21 20 .48
20 58 .40	— 20 44 .18	— 20 22 .96	— 21 5 .43
19 21 .12	— 19 48 .99	— 20 7 .51	— 19 17 .37
— 20 18 .75	— 20 39 .69	— 20 6 .12	— 19 41 .14
— 19 19 .15	— 19 44 .12	— 19 15 .97	— 17 52 .72
— 17 5 .85	— 16 19 .74	— 16 9 .64	— 15 53 .08
— 13 15 .83	— 12 32 .98	— 12 41 .78	— 11 57 .63
— 10 53 .27	— 10 23 .99	— 10 48 .50	— 9 57 .05
— 8 34 .26	— 7 41 .13	— 8 15 .37	— 9 36 .19
— 5 16 .70	— 5 3 .41	— 5 40 .74	— 6 59 .87
"	"	"	"
"	21 52 32 .25	21 53 17 .35	"

examinant attentivement ce tableau, on observe :

ux *maxima* vers mars et vers septembre, c'est-à- vers les équinoxes;

eux *minima* vers juin et vers décembre, c'est-à-dire s les solstices.

Les périodes constatées par Cassini (voir p. 479) osistent encore. Au printemps et à l'automne, l'aiguille rouve un mouvement rétrograde vers l'occident; elle rapproche du méridien terrestre aux époques des solstices. Les conclusions qu'on aurait pu tirer des observations trop peu nombreuses de Bowditch (p. 485) ne se vérifient pas.

On voit, par les nombres précédents, que chaque

année l'aiguille se rapproche maintenant du méridien, ou que la déclinaison moyenne diminue durant chaque mois. Mais on reconnaît que des observations faites durant une seule année peuvent induire en erreur, puisque, par exemple, les observations de 1824 donnent des résultats supérieurs à ceux de 1823 et de 1825, de telle sorte que vers cette époque, il y a eu un léger mouvement rétrograde de l'aiguille vers l'ouest. On voit aussi que des observations isolées ne sauraient rien apprendre sur les valeurs réelles du mouvement de l'aiguille aimantée de déclinaison.

En prenant les moyennes des deux déclinaisons mensuelles pour chacune des années contenues dans le tableau précédent, on obtient la déclinaison moyenne de l'aiguille à Paris, pour chaque année, et on calcule facilement le décroissement annuel de la déclinaison par rapport à chaque année précédente. Les résultats de ces calculs sont contenus dans le tableau suivant :

Années.	Valeurs des déclinaisons moyennes annuelles.	Décroissement annuel de la déclinaison occidentale.
1820	22° 22′ 42″.30	"
1821	22 22 4 .14	0′ 38″.16
1822	22 20 57 .64	1 6 .50
1823	22 19 43 .01	1 14 .63
1824	22 20 48 .85	+ 1 5 .84
1825	22 19 45 .21	1 3 .64
1826	22 17 8 .30	2 36 .91
1827	22 13 59 .58	3 8 .72
1828	22 11 3 .38	2 56 .20
1829	22 8 40 .59	2 22 .79
1830	22 6 37 .22	2 3 .37

Le décroissement annuel moyen de la déclinaison de 1820 à 1830 est de 1′ 36″.51.

La marche rétrograde de l'aiguille pour se rapprocher du méridien terrestre n'est pas d'ailleurs uniforme; elle a même présenté, de 1821 à 1823, une irrégularité marquée : l'aiguille s'est alors éloignée de nouveau légèrement vers l'ouest. Le mouvement paraît être actuellement accéléré, car sa vitesse tend à s'accroître. On voit que, pour juger ce phénomène, il ne faut pas s'en rapporter à des observations isolées faites une fois par an, ainsi que M. Arago l'a fait remarquer (p. 469).]

CHAPITRE XI.

DE L'INCLINAISON.

Une aiguille d'acier, soutenue par son centre de gravité, peut rester dans une position horizontale; mais aussitôt qu'elle a acquis la vertu magnétique, elle s'incline très-sensiblement.

L'inclinaison fut observée pour la première fois par Robert Norman en 1576 (*Transactions philosophiques* pour 1738, p. 310).

Dans notre hémisphère, c'est l'extrémité boréale de l'aiguille qui s'abaisse au-dessous de l'horizon; on observe le contraire dans l'hémisphère austral.

On conçoit aisément qu'entre deux positions aussi différentes, il doit exister un grand nombre d'intermédiaires, c'est-à-dire qu'au même moment l'inclinaison doit être différente en différents lieux. On conçoit aussi qu'il doit y avoir des points où l'inclinaison est nulle, c'est-à-dire où l'aiguille se maintient horizontale; la ligne qui contient tous ces points s'appelle l'équateur magnétique.

ments variés; je vais réunir ici les résultats que j'ai obtenus, en donnant pour chaque fois la moyenne des quatre observations effectuées tant avant qu'après le renversement des pôles :

7 Octobre 1810 (entre midi et 2 h., temps couvert).

Avant le renversement des pôles. .	68° 47'.4
Après le renversement.	68° 53'.1
Moyenne définitive.	68° 50'.2

Observateurs, MM. Humboldt et Arago (boussole de Lenoir).

18 Septembre 1813 (de 11 h. à 11 h. 1/2).

Avant le renversement.	68° 31'.5
Après le renversement.	68° 39'.8
Moyenne.	68° 35'.7

Observateur, M. Arago.

9 Février 1817 (vers 2 h. de l'après-midi; boussole de Lenoir).

Avant le renversement.	68° 17'.8
Après le renversement.	68° 44'.2
Moyenne.	68° 31'.0

Observateurs, MM. Arago et Freycinet.

14 Mars 1817 (vers 2 h.).

Avant le renversement.	68° 35'.6
Après le renversement.	68° 40'.1
Moyenne.	68° 37'.8

Observateurs, MM. Arago et Freycinet.

Dimanche 16 mars 1817 (vers 2 h.).

Avant le renversement.	68° 34'.3
Après le renversement.	68° 31'.0
Inclinaison.	68° 32'.6

Observateurs, MM. Arago et Freycinet.

Avant le renversement des pôles. . .	68° 40′
Après le renversement.	68° 5′
Moyenne.	68° 22′.5

Par deux azimuts perpendiculaires on a trouvé avec la même aiguille 68° 16′.

Observateurs, MM. Arago et Duperrey.

15 Juin 1822 (de 8 h. à 8 h. 1/2 du soir).

(Boussole de M. Gambey, destinée à l'université de Abo, en Finlande.)

Aiguille n° 1.

Avant le renversement.	67° 50′.60
Après le renversement.	68° 27′.65
Moyenne.	68° 9′. 1

18 Juin 1822.

(Même boussole que le 15 juin 1822.)

Aiguille n° 2.

Avant le renversement.	68° 15′.6
Après le renversement.	68° 8′.9
Moyenne..	68° 12′.25

Par deux azimuts rectangulaires on a trouvé avec la même aiguille 68° 12′.10.

Observateur, M. Arago.

11 Novembre 1823 (vers 2 h.).

(Boussole de l'Observatoire, aiguille de Gambey.)

Avant le renversement.	68° 20′.05
Après le renversement.	67° 57′.10
Moyenne.	68° 8′. 6

Observateur, M. Arago.

19 Août 1825 (vers 2 h.; temps couvert).

(Boussole de l'Observatoire, aiguille marquée A, de Gambey.)

Avant le renversement.	68° 11′.5
Après le renversement.	67° 50′.5
Moyenne.	68° 1′.0

Les observations faites dans deux azimuts rectangulaires donnent 67° 39'.30.

Observateur, M. Arago.

19 Juin 1829 (entre 3 h. et 4 h., ciel nuageux, temp. 21°).

(Boussole de M. Gambey, destinée à Freyberg.)

Aiguille n° 1.

Avant le renversement.	67° 45'.9
Après le renversement.	67° 44'.9
Moyenne.	67° 45'.4

Observateurs, MM. Arago et Reich.

19 Juin 1829 (entre 4 h. 1/4 et 5 h.; temp. 29°).

Aiguille n° 2.

Avant le renversement.	67° 36'.0
Après le renversement.	68° 40'.8
Moyenne.	67° 38'.4

Observateurs, MM. Arago et Reich.

21 Juin 1829 (entre midi et 2 h. 1/2; température 26°.8).

(Même boussole et aiguille n° 2.)

Avant le renversement.	67° 43'.2
Après le renversement.	67° 28'.9
Moyenne.	67° 36'.0

Avant le renversement.	67° 48'.0
Après le renversement.	67° 43'.2
Moyenne.	67° 45'.6

des observations faites dans deux plans rectangulaires, on ıvé, 67° 44'.7.

ervateur, M. Arago.

st remarquable que les deux aiguilles donnent une différence et cette différence est à peu près la même lorsqu'on déduit naison de deux azimuts rectangulaires. Quelle peut être la d'une telle anomalie ?

ıedi 14 Mai 1831 (de 2 h. 1/2 à 3 h. 1/2; beau temps; tempé- ɜ, 20°.0).

(Boussole de Gambey, construite pour M. Encke.)

Première aiguille.

Avant le renversement.	67° 42'.0
Après le renversement.	67° 42'.7
Moyenne.	67° 42'.3

ıedi 14 Mai 1831 (de 4 h. à 5 h.; beau ciel; temp. 19°.8).

Deuxième aiguille.

Avant le renversement.	67° 46'.4
Après le renversement.	67° 41'.2
Moyenne.	67° 43'.8

servateur, M. Arago.

ıedi 12 Novembre 1831 (entre 10 h. et 11 h.; ciel couvert; érature, 12°.8).

Aiguille n° 2, destinée à M. Rudberg.

Avant le renversement.	67° 40'.9
Après le renversement.	67° 36'.3
Moyenne.	67° 38'.6

servateurs, MM. Arago et Rudberg.

ıedi 12 Novembre 1831 (de 2 h. à 3 h. 1/2; ciel couvert; tem- ure, 14°.5).

uille n° 1 de Gambey, destinée à M. Rudberg, à Stockholm.

[illegible]	......	67° 53.5
[illegible]	......	67° 50.7
Moyenne	......	67° 52.1

Observations [illegible] Arago et Humboldt.

Les observations précédentes ne seraient mathé[illegible] comparables entre elles que si elles avai[illegible] à la même époque de l'année et à la même [illegible] de la journée. L'aiguille d'inclinaison est, en effet, [illegible] des variations annuelles, et même à des vari[illegible] diurnes comme l'aiguille de déclinaison, ainsi que [illegible] constaté dès 1827, par les observations directes [illegible] deux microscopes dirigés sur les pointes [illegible] de l'aiguille d'inclinaison. Ces observations [illegible] discutées dans un chapitre spécial, et l'on verra [illegible] la diminution de l'inclinaiso[illegible] masquée par les variations diurnes et mensuel[illegible] [illegible]. Je transcrirai donc [illegible] observations qui ont été consignées dans l'Annu[illegible] [illegible] depuis que j'ai cessé d[illegible] moi-même ce genre de recherches :



Années.	Inclinaisons.
1786.	72° 5′
1787.	72 5
1788.	72 4
1789.	71 55
1790.	71 54
1791.	71 24
1795.	71 11
1797.	70 59
1798.	70 55
1799.	70 52
1801.	70 36
1803.	70 32
1805.	70 21

Nulle observation ne permet de dire aujourd'hui quel sera dans l'avenir le mouvement de l'aiguille d'inclinaison.

CHAPITRE XIII.

VARIATION DE L'INCLINAISON MAGNÉTIQUE AVEC LES LIEUX.

L'inclinaison varie très-rapidement, quand on change de latitude. Ainsi nous venons de voir qu'à Paris l'aiguille fait avec l'horizon un angle d'environ 66° et demi; par 15° de latitude, cet angle n'est plus que de 50°, et enfin, dans le voisinage de l'équateur, l'aiguille est horizontale.

Par 79° 44′ de latitude boréale, le capitaine Phipps trouva, en 1774, une inclinaison de 82° 9′. Plus récemment, en 1830, le capitaine Ross est parvenu à découvrir un point où sa boussole était exactement verticale. Le pôle boréal était alors par 70° 5′ 17″ de latitude et par 79° 7′ 9″ de longitude à l'ouest du méridien de Paris. On n'est pas encore parvenu à aborder le pôle magnétique austral.

[illegible] exécuté en Italie et [illegible] d'inclinaison que j'[illegible]

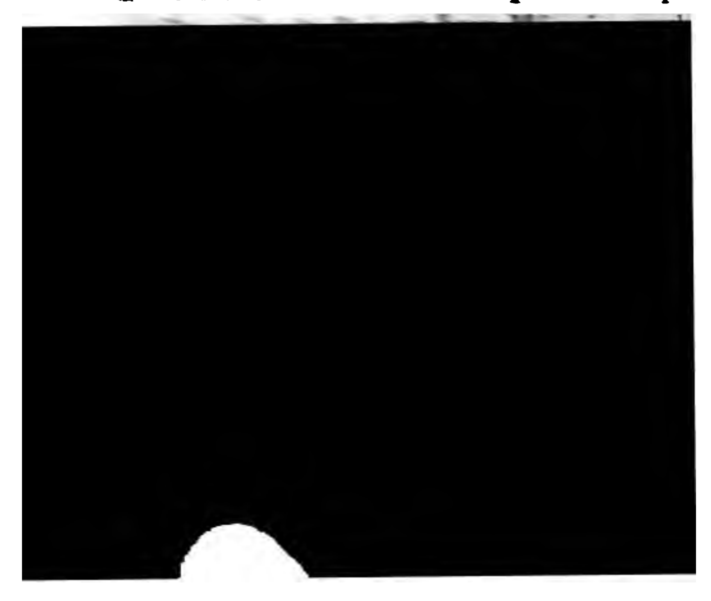
[illegible]	[illegible]		Inclinaison.
[illegible]	[illegible]	septembre.....	65°58'.2
[illegible]	[illegible]	[illegible]	63 55.4
[illegible]	[illegible]	id.	62 58.6
[illegible]	[illegible]	id.	63 9.5
[illegible]	[illegible]	[illegible].......	64 53.0
[illegible]	[illegible]	id.	65 39.2

CHAPITRE XIV.

[illegible] DE L'ÉQUATEUR MAGNÉTIQUE

[illegible] l'équateur mag[illegible] sous un angle aigu, [illegible] dans notre hém[illegible] [illegible] opposé.

[illegible] points d'intersection de [illegible] terrestre. A l'occ[illegible] M. Kupffer s'est expri[illegible]



terre peu distantes de l'équateur magnétique, que
connu que cet équateur s'avance progressivement
totalité de l'orient à l'occident. On trouvera la dis-
n à laquelle je me suis livré dans mon Rapport sur
age exécuté par *la Coquille*, de 1822 à 1825, sous
mmandement de M. Duperrey.
jourd'hui, on suppose que ce mouvement de l'équa-
magnétique est accompagné d'un changement de
e. L'étude des lignes d'égale inclinaison, envisagée
le même point de vue, n'offrira pas moins d'intérêt.
a curieux, quand toutes ces lignes auront été tracées
s cartes, de les suivre de l'œil dans leurs dépla-
nts et dans leurs changements de courbure : d'im-
ntes vérités pourront jaillir de cet examen. On com-
l maintenant pourquoi nous demandons autant de
res d'inclinaison que les voyageurs pourront en
illir.
a souvent agité la question de savoir si, en général,
un lieu déterminé, l'aiguille d'inclinaison marquerait
ement le même degré à la surface du sol, à une
de hauteur dans les airs et à une grande profondeur
une mine. Le manque d'uniformité dans la compo-
chimique du terrain, rend la solution de ce pro-
e très-difficile. Si l'on observe en ballon, les mesures
nt pas suffisamment exactes. Quand le physicien
l sa station sur une montagne, il est exposé à des
ctions locales; des masses ferrugineuses peuvent alors
r notablement la position de l'aiguille, sans que rien
ertisse. La même incertitude affecte les observations
dans les galeries de mines. Ce n'est pas qu'il soit

[illegible] impossible de déterminer en chaque lieu la [illegible] des circonstances accidentelles; mais il faut pour [illegible] avoir des instruments d'une grande perfection; [illegible] s'éloigner de la station qu'on a choisie, dans [illegible] directions, et jusqu'à d'assez grandes distances [illegible] répéter les expériences beaucoup plus qu'on [illegible] les moyens de le faire. Quoi [illegible] les observations de cette espèce sont [illegible] leur ensemble conduira peut-être [illegible] quelque résultat général.

CHAPITRE XV.

DE L'INTENSITÉ MAGNÉTIQUE.

Dans tous les phénomènes que nous venons de rapporter, le globe terrestre fait, relativement aux aiguilles [illegible] d'un véritable aimant. Mais la propriété magnétique conserve-t-elle la même intensité dans toutes les [illegible]

la force magnétique qui les produit est analogue à l'action que la pesanteur exerce sur un pendule en mouvement; les oscillations seront d'autant plus promptes, que la force magnétique aura une intensité plus considérable, et l'on pourra prendre pour sa mesure le carré du nombre d'oscillations que l'aiguille fera dans un temps donné. Par conséquent le rapport des intensités des forces magnétiques dans deux lieux quelconques, sera égal à celui des carrés du nombre d'oscillations qu'une même aiguille y fera dans le même espace de temps.

Graham paraît être le premier qui se soit occupé de l'intensité du magnétisme terrestre; Musschenbroeck fit quelques efforts pour résoudre la question, et Lemonnier en montra l'importance. Mais les observations régulières d'intensité ne datent que des voyages de d'Entrecasteaux et de Humboldt, et cependant elles ont déjà jeté de vives lumières sur la question si compliquée, mais en même temps si intéressante, du magnétisme terrestre. Ce genre d'observations mérite au plus haut degré de fixer l'attention de tous les voyageurs amis des sciences, car aujourd'hui, à chaque pas, le théoricien est arrêté par le manque de mesures exactes.

CHAPITRE XVI.

SUR UN MOYEN DE MESURER LES VARIATIONS DU MAGNÉTISME TERRESTRE EN CHAQUE POINT DU GLOBE.

Comme nous venons de le dire, pour connaître la force magnétique du globe en un lieu donné, on fait osciller une aiguille horizontale. et l'on compte le nombre des oscil-

lations accomplies dans un temps déterminé. Mais, si l'on observe à deux époques différentes, il est nécessaire que dans l'intervalle la dose du magnétisme de l'aiguille n'ait pas changé. Dans la séance du 16 novembre 1825, j'ai indiqué au Bureau des longitudes un moyen de s'assurer de cette invariabilité par la comparaison du magnétisme de l'aiguille à la pesanteur.

Le procédé que j'ai imaginé se fonde sur la propriété dont une aiguille aimantée jouit, quand elle est placée dans le voisinage d'un plateau métallique tournant sur lui-même, d'être entraînée avec d'autant plus de force que son magnétisme est plus intense. En faisant l'expérience dans un plan perpendiculaire à la direction de l'aiguille d'inclinaison, on se rendra indépendant de l'action du magnétisme terrestre; alors les petits contre-poids dont chacune des extrémités de l'aiguille devra être chargée pour que le plateau, tournant avec une certaine vitesse, la dévie de 10°, de 20°, de 30°, etc., donneront la mesure de l'intensité magnétique des pôles. Si l'on croyait devoir admettre que la science a des moyens de reproduire à volonté du fer doué exactement des mêmes propriétés, on pourrait substituer la déviation angulaire produite par une certaine masse de métal, à celle qu'occasionne le mouvement de rotation du plateau. Quoi qu'il en soit, une aiguille éprouvée préalablement par ce dernier procédé deviendra, comme on voit, un excellent moyen d'apprécier les changements périodiques ou séculaires auxquels le magnétisme de notre globe pourrait être sujet.

CHAPITRE XVII.

.RIATIONS D'INTENSITÉ MAGNÉTIQUE AVEC LA HAUTEUR.

›yages aérostatiques de Biot et Gay-Lussac, exé-
lis sous les auspices de l'Académie, étaient en
ɔartie destinés à l'examen de cette question capi-
force magnétique qui, à la surface de la terre,
'aiguille aimantée vers le nord, a-t-elle exacte-
ι même intensité à quelque hauteur que l'on
?

observations de nos deux confrères, celles de
›ldt faites dans les pays de montagnes; les obser-
, encore plus anciennes de Saussure, semblèrent
montrer qu'aux plus grandes hauteurs qu'il soit
à l'homme d'atteindre, le décroissement de la
ıagnétique est encore inappréciable.

e conclusion a été contredite récemment. On a
ɪué que dans le voyage de Gay-Lussac, par exem-
thermomètre qui, à terre, au moment du départ,
ait + 31° centigrades, s'était abaissé jusqu'à
lans la région aérienne où notre confrère fit oscil-
: seconde fois son aiguille; or il est aujourd'hui
ement établi, qu'en un même lieu, sous l'action
même force, une même aiguille oscille d'autant
te que la température est moindre. Ainsi il résulte
:herches de M. Kupffer sur cette question, qu'une
aiguille d'acier fondu, de forme cylindrique, de
ʼ de longueur et de 2gr.395 de poids, emploie pour
plir 300 oscillations une durée de

[illegible]	[illegible]
[illegible]	+ 12.5
[illegible]	+ 22.5

Ainsi, pour rendre comparables les observations faites dans le ballon et celles faites à terre, il aurait fallu, à raison de l'état du thermomètre, apporter une certaine diminution à la force que les observations supérieures indiquaient. Dans cette ascension, l'aiguille semblait également retardée en haut et en bas; donc, malgré les apparences, il y avait affaiblissement réel.

Cette diminution de la force magnétique avec la hauteur semble aussi résulter des observations faites en 1829, au sommet du mont Elbrouz (dans le Caucase), par M. Kupffer. M. Kupffer a tenu un compte exact des effets de la température, et cependant diverses irrégularités dans la marche de l'inclinaison, jettent quelque doute sur le résultat.

Nous croyons donc que la comparaison de l'intensité magnétique, au bas et au sommet des

d'une aiguille horizontale, on voit évidemment que plus l'inclinaison de la direction de la force du globe sera grande, plus petite aussi sera la composante horizontale. Il résulte de cette remarque qu'il doit y avoir en un lieu donné une certaine dépendance entre les variations d'intensité et celles de l'inclinaison, mais il reste à voir si l'intensité absolue ne change pas indépendamment de toute modification dans la direction des forces magnétiques.

M. Gilpin dit (*Trans. phil.* de 1806) que l'aiguille d'inclinaison n'éprouve pas à Londres de variations diurnes appréciables.

M. Hansteen, de Christiania, au contraire, prétend s'être assuré dans l'été de 1820, à l'aide d'une excellente boussole de Dollond, que l'inclinaison est plus grande de quatre à cinq minutes le matin que dans l'après-midi. Il prétend aussi que l'inclinaison est sujette à une variation annuelle, et qu'elle est d'environ quinze minutes plus grande en été qu'en hiver.

M. Hansteen, en faisant osciller une aiguille horizontale, avait trouvé ces résultats :

1° L'intensité magnétique est sujette à une variation diurne ;

2° Le minimum de cette intensité a lieu entre dix heures et onze heures du matin, et le maximum entre quatre et cinq heures de l'après-midi ;

3° Les intensités moyennes mensuelles sont elles-mêmes variables ;

4° L'intensité moyenne vers le solstice d'hiver surpasse beaucoup l'intensité moyenne donnée par des jours semblablement placés relativement au solstice d'été.

Je citerai maintenant des extraits de procès-verbaux des séances du Bureau des Longitudes, qui établiront nettement la marche des observations que j'ai poursuivies durant plusieurs années pour jeter quelque lumière sur la question.

A la date du 23 mai 1827, on lit :

« M. Arago annonce que les observations d'inclinaison qu'il a faites depuis quelques mois indiquent une variation diurne. L'inclinaison comptée à partir de l'horizontale est plus grande le matin que le soir de 1′ 1/2 à 2′. L'intensité mesurée par une aiguille horizontale est plus grande le soir que le matin. Il serait donc possible que cette variation d'intensité dépendît seulement de cette variation d'inclinaison. »

A la date du 19 septembre 1827, on trouve :

« M. Arago rend compte des observations simultanées d'intensité et d'inclinaison qu'il a faites depuis le commencement de l'année. L'inclinaison diminue aux heures où l'intensité mesurée par une aiguille horizontale devient plus grande, mais le changement n'est pas suffisant pour expliquer toute la variation d'intensité. »

A la date du 19 novembre 1828, j'ai été plus explicite; on lit dans le procès-verbal de la séance du Bureau des Longitudes :

« M. Arago donne de nouveaux détails sur les observations d'intensité et d'inclinaison qu'il a faites depuis quelques années. La variation journalière d'inclinaison n'est pas suffisante pour expliquer les changements d'intensité qu'on déduit de l'observation de l'aiguille horizontale. Ainsi le magnétisme absolu du globe est

variable dans le même lieu aux différentes heures du jour. »

CHAPITRE XIX.

VARIATIONS DE L'INTENSITÉ MAGNÉTIQUE A PARIS.

Les déductions authentiques qui précèdent me permettent de réunir ici sans discussion les résultats que j'ai obtenus pour la mesure de l'intensité magnétique.

Les observations ont été faites le matin entre huit et neuf heures, et le soir entre six et sept heures.

Durée moyenne de 300 *oscillations, le matin.*

	1825.	1826.	1827.	1828.	1829.
Janvier. . .	〃	〃	11m49s.87	11m49s.15	11m48s.04
Février. . .	11m50s.98	〃	11 49 .38	11 49 .23	〃
Mars. . . .	11 51 .17	〃	11 49 .72	11 49 .35	11 48 .37
Avril. . . .	11 51 .62	〃	11 50 .33	11 49 .52	11 48 .84
Mai.	〃	〃	11 50 .08	11 49 .53	〃
Juin	11 51 .77	〃	11 49 .87	11 49 .53	〃
Juillet . . .	〃	〃	11 50 .07	11 51 .35	11 48 .73
Août. . . .	11 51.63	11m51s.72	11 51.01	11 51 .57	〃
Septembre.	〃	〃	11 50 .35	〃	〃
Octobre . .	〃	11 50 .80	11 49 .94	〃	〃
Novembre .	〃	〃	11 49 .48	〃	〃
Décembre .	〃	〃	11 49 .07	11 48 .87	〃
Moyennes. .	11 51 .43	11 51.26	11 49 .93	11 49 .79	11 48 .49

Durée moyenne de 300 *oscillations, le soir.*

	1825.	1826.	1827.	1828.	1829.
Janvier. . .	〃	〃	11m49s.86	11m48s.78	11m48s.08
Février. . .	11m50s.75	〃	11 49 .42	11 48 .96	〃
Mars. . . .	11 51 .10	〃	11 49 .58	11 48 .77	11 47 .91
Avril. . . .	11 50 .97	〃	11 49 .53	11 48 .77	11 47 .41
Mai.	〃	〃	11 49 .36	11 48 .69	〃
Juin	11 50.99	〃	11 49.29	11 48 .72	〃

	1825.	1826.	1827.	1828.	1829.
.	″	″	11m49s.45	11m50s.64	11m47s.95
.	″	″	11 49.47	11 50.66	″
e.	″	″	11 49.57	″	″
. .	″	″	11 49.57	″	″
e.	″	″	11 49.12	″	″
e.	″	″	11 48.70	11 48.54	″
s. .	11m50s.95	″	11 49.41	11 49.17	11 47.84

i, on voit que la composante horizontale de l'in- magnétique moyenne à Paris, est plus petite le que le soir. On voit aussi que cette composante ıtale augmente d'une année à la suivante.

ımêmes heures où je mesurais la durée de 300 os- ns à plusieurs reprises, j'ai pris aussi, pendant les 1827, 1828 et 1829, l'inclinaison de l'aiguille empérature de la chambre où je faisais les expé- . Il est important de les rapprocher des nombres ents.

ıaisons moyennes trouvées le matin pendant les mesures d'intensité.

	1827.	1828.	1829.
ier.	″	68° 24′.77	68° 19′.66
ier.	68° 29′.73	68 24.65	″
. . . . . .	68 29.93	68 23.20	68 19.28
l.	68 35.14	68 24.39	68 19.60
. . . .	68 37.29	68 24.44	″
. . . .	68 35.43	68 27.50	″
let.	68 38.78	69 13.18	68 39.80
t.	68 55.61	69 7.20	″
tembre . . .	68 43.51	″	″
obre	68 33.57	″	″
embre . . .	68 31.00	″	″
embre . . .	68 30.22	68 20.47	″
yennes. . . .	68 36.38	68 34.42	68 24.58

Inclinaisons moyennes trouvées le soir pendant les mesures d'intensité.

	1827.	1828.	1829.
Janvier.	〃	68° 23'.91	68° 20'.34
Février.	68° 24'.00	68 24 .48	〃
Mars	68 30 .50	68 22 .40	68 18 .49
Avril	68 33 .00	68 22 .90	68 17 .50
Mai.	68 35 .80	68 23 .22	〃
Juin.	68 33 .75	68 26 .38	〃
Juillet	68 35 .27	69 6 .10	68 30 .34
Août	68 52 .44	69 6 .13	〃
Septembre . . .	68 42 .68	〃	〃
Octobre.	68 32 .95	〃	〃
Novembre . . .	68 31 .41	〃	〃
Décembre . . .	68 29 .93	68 18 .80	〃
Moyennes. . . .	68 34 .70	68 32 .70	68 21 .67

Je ne donne pas ces résultats pour discuter les variations de l'inclinaison, mais seulement pour rapprocher les déterminations précédentes des variations de l'intensité; je rapporterai tout à l'heure dans un chapitre spécial les observations de variations diurnes d'inclinaison que j'ai effectuées avec beaucoup de soin. Les nombres précédents sont des déterminations d'inclinaisons directes faites seulement aux jours et heures où je déterminais les intensités, savoir : 105 jours d'observations en 1827, 52 en 1828, et 30 en 1829. Pour ces jours et ces heures, j'ai constaté les températures suivantes dans le cabinet où s'effectuaient mes observations.

Températures le matin.

	1827.	1828.	1829.
Janvier.	3°.9	8°.6	3°.5
Février.	1 .1	7 .7	〃
Mars.	9 .0	9 .3	6 .8

ɩvril.	13°.4	13°.0	11°.8
!ai.	17 .1	17 .6	〃
uin	21 .6	22 .5	〃
uillet	24 .9	23 .6	22 .6
\oût.	23 .4	23 .1	〃
ꟷeptembre. . .	21 .2	〃	〃
Ɔctobre	17 .7	〃	〃
Novembre . . .	12 .1	〃	〃
Décembre . . .	8 .9	7 .9	〃

Températures le soir.

	1827.	1828.	1829.
Janvier.	3°.7	8°.6	4°.0
Février.	1 .4	8 .1	〃
Mars.	9 .5	10 .7	7 .8
Avril.	14 .3	13 .9	11 .7
Mai.	18 .3	18 .3	〃
Juin	22 .2	23 .0	〃
Juillet	25 .9	23 .9	23 .2
Août.	23 .7	23 .5	〃
Septembre. . .	21 .8	〃	〃
Octobre	18 .3	〃	〃
Novembre . . .	14 .5	〃	〃
Décembre . . .	9 .5	8 .3	〃

voit d'abord que la température des instruments toujours été légèrement plus forte le soir que le , on ne peut pas attribuer à cette cause *l'augmenta-* le l'intensité le soir, puisque d'après les recherches . Kupffer, rapportées plus haut (p. 520), l'inten- 'une aiguille *diminue* quand la température aug- ͤ.

ste maintenant l'influence de l'inclinaison. Nous ıs de trouver que l'inclinaison est plus faible le soir ɜ matin de 2′ environ, ce qui correspond bien à une ıentation de la composante horizontale de l'intensité, à une augmentation infiniment plus faible que celle

qui est accusée par les observations. On voit d'ailleurs que l'intensité a subi une augmentation de 1827 à 1828, et ensuite de 1828 à 1829, tandis que l'inclinaison a été plus forte en 1828 qu'en 1827 et qu'en 1829. J'ai donc pu annoncer avec certitude dans la séance du 18 février 1829 du Bureau des Longitudes, que l'intensité absolue du magnétisme subissait en un lieu donné des variations diurnes et des variations annuelles.

CHAPITRE XX.

SUR L'INTENSITÉ DU MAGNÉTISME TERRESTRE PENDANT LES ÉCLIPSES DE SOLEIL.

M. Lion, professeur de physique à Beaune, communiqua à l'Académie, dans la séance du 4 août 1851, une Note relative à l'éclipse de soleil du 28 juillet. Dans cette Note, M. Lion annonçait qu'une aiguille magnétique horizontale avait indiqué un changement considérable d'intensité pendant la durée de l'éclipse qui, en France, comme chacun sait, n'était que partielle. Il ne fut pas alors nommé de commissaires. Le même M. Lion, pour lever les doutes que sa première communication avait fait naître, adressa, le 11 août 1851, une Note explicative concernant ses premiers résultats.

Enfin, M. le professeur de Beaune écrivit à l'Académie une lettre qui a été insérée en entier au compte-rendu de la séance du 9 février 1852, et dans laquelle il prétend que, d'après des observations faites par lui, il y a une variation d'intensité indiquée par l'aiguille horizontale, au moment d'une éclipse, même dans les lieux où le

n'est pas visible. L'auteur demandait que voulût bien faire vérifier sa découverte par ssion, notamment pendant l'éclipse invisible 1852. L'Académie accueillit la demande de chargea une commission, composée de quatre le la vérification désirée.

ι des commissaires, et j'avais accepté les fonc-porteur. J'ai fait faire en ma présence, par rateurs, MM. Laugier, Mauvais, Goujon et :hieu, les observations dont je vais donner les

852. Temps moyen de Paris :

servation.	Durée de 300 oscillations de l'aiguille horizontale.	Température.
3m	11m 33s.9	18°.0
3	11 34 .2	18 .0
4	11 36 .0	18 .0
3	11 35 .1	18 .0
3	11 34 .2	18 .0
3	11 34 .8	18 .1
4	11 33 .6	18 .0
7	11 33 .6	18 .0
2	11 34 .2	18 .8
3	11 34 .2	18 .8
9	11 33 .0	18 .8
7	11 33 .0	18 .8
9	11 34 .5	18 .5
9	11 33 .9	18 .5

2. T. M. Paris :

0m	11m 34s.8	18°.1
6	11 33 .9	18 .5
5	11 34 .2	18 .6
4	11 33 .0	18 .7
6	11 34 .5	18 .7
0	11 34 .2	18 .7
8	11 34 .5	18 .7

[illegible]

nmédiatement ; mais il lui répugnait d'affliger un homme dont l'instruction paraissait fort étendue. tif seul semblait légitimer un retard. Sur ces entre- je reçus de l'auteur du Mémoire une lettre qui sait annoncer que les observations faites à Beaune aient pas mieux accordées avec les nouvelles vues ques que celle de Paris. M. Lion, craignant sans que la publication de ces dernières ne lui fît quelque près des personnes de la petite ville qu'il habite, da que le résultat négatif auquel nos observations t conduit ne fût pas publié. Je crus, en ce qui me nait, devoir souscrire à ce vœu, quoique je ne se pas que dans des recherches aussi compliquées dans l'isolement de l'auteur une erreur commise ne foi pût devenir une cause légitime de défaveur. urd'hui que le fait annoncé par M. Lion est cité ertaines publications comme étant conforme aux ations, il n'est plus permis de garder le silence, science a aussi ses exigences.

raît résulter d'une lettre récente qui m'a été com- ée, que M. Lion persisterait jusqu'à un certain point s anciennes idées, qu'il penserait seulement que, les conjonctions écliptiques, il y en aurait qui accompagnées d'un changement d'intensité et s qui seraient sans effet.

bservations ultérieures nous éclaireront à ce sujet.

Lieux des observations.	Inclinaison de l'aiguille.	Intensité.
Saint-Thomas................	35° 6′	1. 1070
Carthagena..................	35 15	1. 2938
Cumana......................	39 47	1. 1779
Mexico......................	42 10	1. 3155
Mer Atlantique, par 12° 34′ de latitude nord et 53° 44′ de longitude ouest de Paris....	45 8	1. 2300
Portici.....................	60 5	1. 2883
Naples......................	61 35	1. 2745
Rome........................	61 57	1. 2642
Vésuve, cratère.............	62 0	1. 1933
Santa-Cruz de Ténériffe.......	62 25	1. 2725
Valencia....................	63 38	1. 2405
Florence....................	63 51	1. 2782
Mer Atlantique, par 32° 16′ de latitude nord et 2° 52′ de longitude ouest...........	64 21	1. 2938
Barcelone...................	64 37	1. 3482
Marseille...................	65 10	1. 2938
Nîmes.......................	65 23	1. 2938
Milan.......................	65 40	1. 3121
Montpellier.................	65 53	1. 3482
Airola......................	65 55	1. 3090
Turin.......................	66 3	1. 3364
Medina del Campo	66 9	1. 2938
Lans-le-Bourg (Mont Cenis)...	66 9	1. 3227
Come........................	66 12	1. 3104
Saint-Michel................	66 12	1. 3488
Lyon........................	66 14	1. 3334
Saint-Gothard...............	66 22	1. 3138
Mont Cenis..................	66 22	1. 3441
Urseren.....................	66 42	1. 3069
Altorf......................	66 53	1. 3228
Mer Atlantique, par 38° 52′ de latitude nord et 24° 10′ de longitude ouest de Paris....	67 40	1. 3155
Madrid......................	67 41	1. 2938
Tubingen....................	68 4	1. 3569
Ferrol......................	68 32	1. 2617
Paris.......................	69 12	1. 3482
Göttingen...................	69 29	1. 3485

Lieux des observations.	Inclinaison de l'aiguille.	Intensité
Berlin	69° 53′	1. 3703
Berlin	68 50	1. 3533
Danzig	69 44	1. 3737
Londres	69 55	1. 3697
Ystad	70 13	1. 3742
Schleswig	70 36	1. 3814
Copenhague	70 36	1. 3672
Odensée	70 50	1. 3650
Helsingborg	70 50	1. 3782
Kolding	70 53	1. 3846
Soroë	70 57	1. 3842
Friedrichsburg	70 59	1. 4028
Aarhus	71 13	1. 3838
Aalborg	71 27	1. 3660
Friedrichshaven	71 48	1. 3842
Gothenburg	71 58	1. 3826
Altorp	72 14	1. 3891
Korsœr	72 24	1. 3735
Christiania	72 34	1. 4195
Bogstadt	72 34	1. 4378
Drummen	73 37	1. 3771
Gran	73 45	1. 3221
Kongsberg	73 47	1. 4144
Bergen	74 3	1. 4220
Haro Island), par 70° 42′ de latitude nord et 57° 26′ de longitude ouest de Paris	82 49	1. 640€
Baie de Baffin, par 76° 8′ de latitude nord et 81° 11′ de longitude ouest de Paris	86 0	1. 6885

Voici en conséquence la loi de variation que l'on p
établir depuis l'équateur magnétique jusqu'au pôle n
gnétique boréal :

Inclinaisons.	Intensités.
0°	1.0
24	1.1
45	1.2
64	1.3
73	1.4

Inclinaisons.	Intensités.
76° 2/3	1.5
81	1.6
86	1.7

ıra lieu de rechercher les modifications que le urra apporter dans cette loi. Afin de donner un départ aux physiciens qui, dans l'avenir, vou- livrer à ce genre de recherches, je placerai ici au de quelques-unes des inclinaisons magnétiques ɔs, vers 1805, par mon ami Alexandre de Hum- *Connaissance des temps pour* 1827) :

Lieux.		Années des observations.	Inclinaisons.
Paris		1798	69° 26′
Id.		1806	69 12
Lyon		1805	66 14
Nîmes		1799	65 23
Montpellier		*Id.*	65 53
Marseille		*Id.*	65 10
Saint-Gothard	Urseren	*Id.*	66 42
	Hospice	*Id.*	66 22
	Airolo	*Id.*	65 25
Altorf		1805	66 53
Lucerne		*Id.*	67 10
Zurich		*Id.*	67 22
Mont Cenis	Lans-le-Bourg	*Id.*	66 9
	Hospice	*Id.*	66 22
Turin		*Id.*	66 3
Milan		*Id.*	65 40
Come		*Id.*	66 12
Gênes		*Id.*	64 45
Pavie		*Id.*	65 25
Plaisance		*Id.*	65 0
Parme		*Id.*	65 7
Modène		*Id.*	64 55
Bologne		*Id.*	64 48
Florence		*Id.*	63 57
Rome		1806	61 57
Naples		1805	61 35

CHAPITRE XXII.

VARIATIONS DIURNES DE L'INCLINAISON MAGNÉTIQUE.

Les Traités de physique les plus récents disent encore que les variations diurnes de l'inclinaison sont incertaines. Je pense que quand leurs auteurs auront sous les yeux les chiffres extraits de mes registres d'observation, ils regarderont le phénomène comme parfaitement établi. J'ai communiqué la découverte du fait au Bureau des Longitudes dans la séance du 23 mai 1827. Postérieurement, il a été fait plusieurs tentatives du même genre dans divers observatoires. Je dois à l'un de nos physiciens les plus compétents en ces sortes de matières, M. Bravais, un résumé des travaux exécutés depuis mes recherches.

La boussole que M. Kupffer a fait construire par Gambey, dans le but d'observer les variations diurnes de l'inclinaison, a été mise en expérience, le 19 août 1830, à Saint-Pétersbourg.

Il résulte des observations faites avec cet instrument, dont l'aiguille a ses tourillons taillés en couteau, que l'inclinaison maximum aurait lieu à dix heures du matin, et le minimum à dix heures du soir. L'étendue des variations était de quatre à cinq minutes. Quelquefois, mais rarement, de sept à huit minutes.

Dans le nouveau plan d'observations magnétiques concerté à Goettingue en 1839, il n'y a pas d'instrument pour observer les variations diurnes de l'inclinaison. Le capitaine Sabine dit, à l'occasion des observations faites à

Toronto dans le Canada, qu'à l'aide des magnétomètres de Gauss et de Lloyd observés simultanément, on suit la marche horaire des intensités des forces magnétiques horizontales et verticales dont on déduit par le calcul les inclinaisons respectives et, par conséquent, les variations diurnes de l'inclinaison.

Les observations faites à Toronto, pendant les années 1840, 1841 et 1842, ont donné les variations diurnes suivantes :

Inclinaison *maximum* à 10^h m.
Inclinaison *minimum* à 4 s.
Étendue de l'amplitude de la variation 1'.21.

A Van-Diémen, pendant les années 1842 à 1848, on a eu pour résultat des variations diurnes de l'inclinaison déduites par le calcul des variations diurnes des forces horizontales et verticales

Un *maximum* à 11^h 30^m m.
Un *minimum* à 6 m.

La moyenne des sept années d'observations donne pour l'inclinaison de chaque mois :

Janvier...........	70° 35'.97	
Février...........	70 37 .44	*maximum.*
Mars..............	70 36 .81	
Avril.............	70 35 .53	
Mai...............	70 36 .67	
Juin..............	70 33 .97	
Juillet...........	70 34 .61	
Août..............	70 32 .79	*minimum.*
Septembre.........	70 35 .34	
Octobre...........	70 35 .69	
Novembre..........	70 36 .60	
Décembre..........	70 36 .56	

Il y a, comme on le voit, un maximum en février et un minimum en août, donnant lieu à une différence de 4'.95.

M. Kreil a observé à Milan les variations de l'ind
maison, au moyen d'une aiguille munie d'un petit
parallèle à la fois à son axe magnétique et à son
rotation, et qui réfléchissait les divisions d'une
parallèle à son axe magnétique.

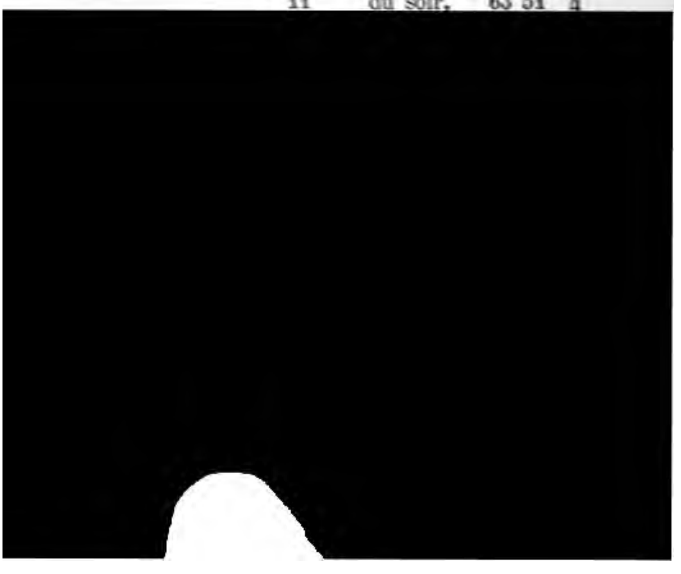
La description de l'appareil est dans le premi
plément des *Éphémérides de Milan*, page 181.

Il a observé, pendant les années 1837 et 18
heures suivantes :

8ʰ	du matin.
10 1/2	du matin.
1	du soir.
4 1/2	du soir.
7 1/2	du soir.
11	du soir.

Il a trouvé une variation diurne très-faible, sa

8ʰ	du matin,	63° 51′ 11″
10 1/2	du matin,	63 51 25
1	du soir,	63 51 14
4 1/2	du soir,	63 51 18
7 1/2	du soir,	63 51 8
11	du soir,	63 51 4



mum du matin disparaissent; le premier maximum arrive alors plus tôt, vers quatre heures trente minutes, et le second minimum a lieu vers minuit, selon M. Bravais. Ce physicien a fait voir que, dans nos climats, le second maximum devait avoir lieu à six heures du matin et le second minimum à midi, et il a cité à l'appui les observations faites par M. Lamont à Munich (1842, 1843).

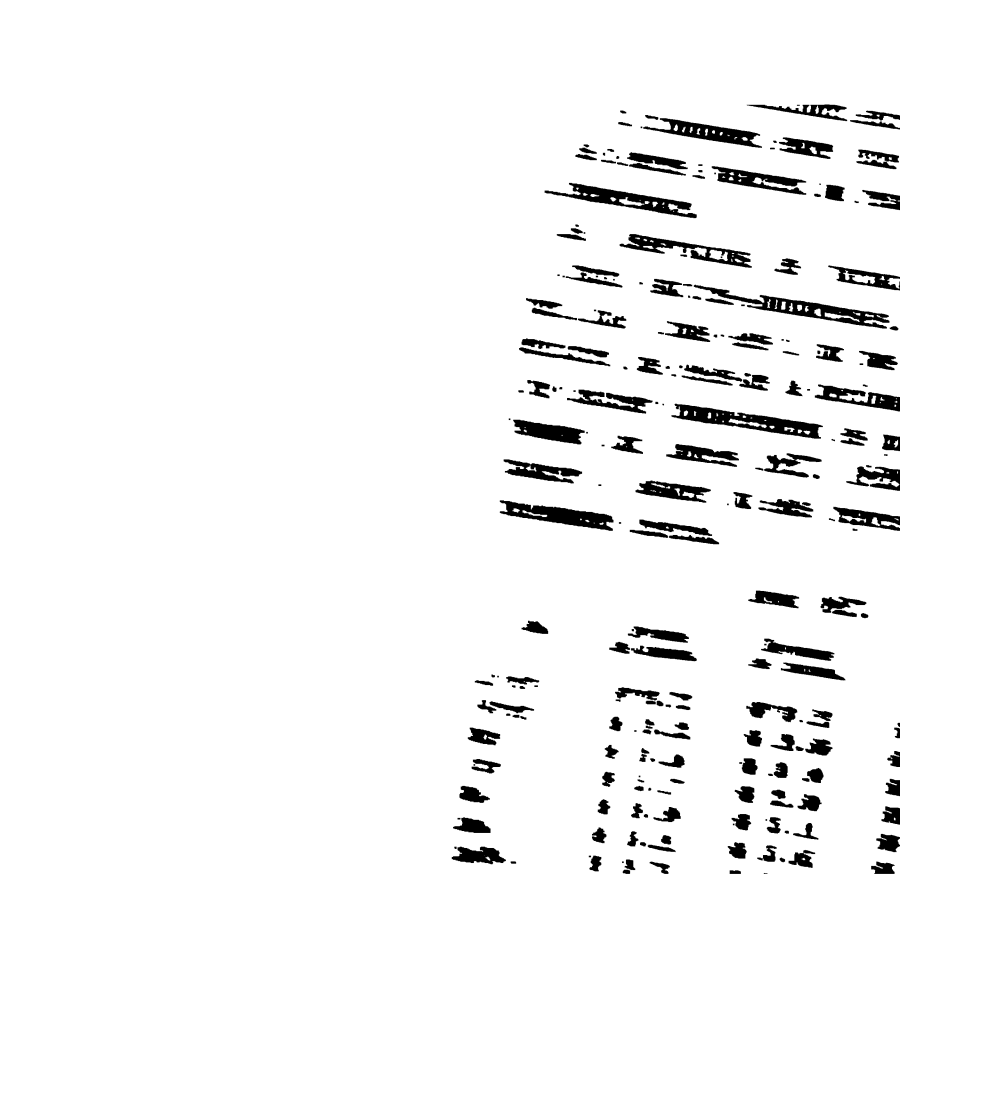
La variation diurne de l'intensité verticale n'a pu être déterminée pour les journées calmes; l'époque la plus calme est de sept heures du matin à trois heures du soir. Dans les journées troublées, les perturbations sont tantôt positives, tantôt négatives, de quatre heures du soir à minuit; de minuit à huit heures du matin, elles sont presque toujours négatives; les perturbations négatives l'emportent aussi le reste de la journée. Le maximum a lieu vers deux heures du soir, et le minimum vers deux heures du matin.

De ces deux éléments, variations de l'intensité horizontale et variations de l'intensité verticale, on peut déduire par le calcul les variations diurnes de l'inclinaison, et c'est ce qu'on fait en général aujourd'hui.

Mes observations au contraire ont été faites directement à l'aide de la boussole dont j'ai précédemment indiqué le principe (p. 512).

[Les observations des variations diurnes d'inclinaison de M. Arago sont comprises dans ses registres de variations diurnes de déclinaison.

En général, M. Arago a concentré ses observations à deux époques de la journée, entre huit et neuf heures du matin et entre six et sept heures du soir. Mais il a fait



Le minimum moyen a eu lieu en février, et le maximum moyen en août. Les plus grandes amplitudes des variations diurnes se sont produites en avril et septembre, et la plus petite a eu lieu en mars.

ANNÉE 1828.

Mois.	Moyennes des maxima.	Moyennes des minima.	Moyennes mensuelles.	Amplitudes moyennes des variations diurnes.
Janvier. . .	68°24'.19	68°23'.65	68°23'.92	0'.54
Février. . .	68 25.10	68 24.80	68 24.95	0.30
Mars	68 23.19	68 20.50	68 21.84	2.69
Avril	68 24.31	68 20.20	68 22.25	4.11
Mai.	68 24.67	68 23.39	68 24.03	1.28
Juin.	68 27.18	68 25.37	68 26.27	1.81
Juillet. . . .	69 9.20	69 5.86	69 7.53	3.34
Août	69 7.02	69 4.70	69 5.86	2.32
Septembre .	69 2.40	69 0.10	69 1.25	2.30
Octobre. . .	68 44.21	68 40.41	68 42.31	3.80
Novembre. .	68 25.90	68 24.40	68 25.15	1.50
Décembre. .	68 19.65	68 18.80	68 19.22	0.85
Moyennes. .	68 36.38	68 34.35	68 35.36	2.03

Le minimum moyen a eu lieu en mars, et le maximum en juillet. Les plus grandes amplitudes des variations diurnes se sont produites en avril et en octobre, la plus petite en février.

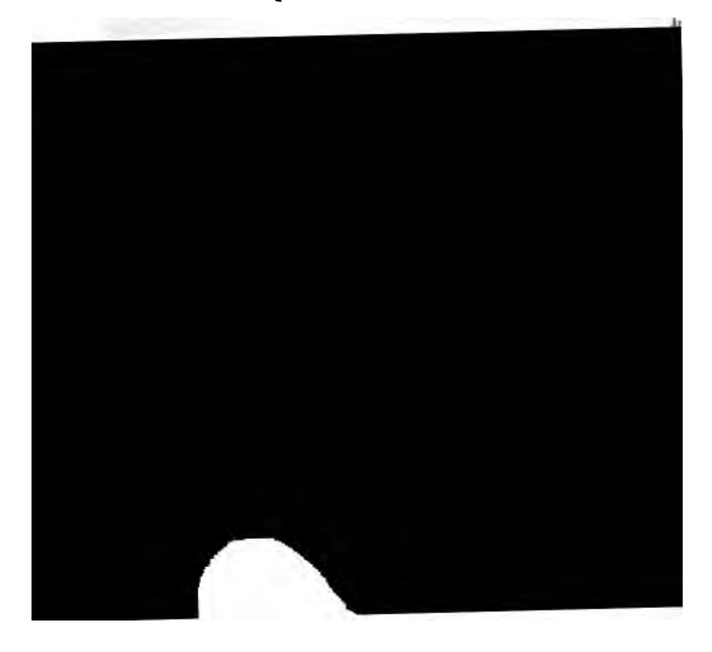
ANNÉE 1829.

Mois.	Moyennes des maxima.	Moyennes des minima.	Moyennes mensuelles.	Amplitudes moyennes des variations diurnes.
Janvier. . .	68°20'.15	68°18'.70	68°19'.42	1'.45
Février. . .	//	//	//	//
Mars . . .	68 19.47	68 16.70	68 18.08	2.77
Avril	68 20.03	68 17.35	68 18.69	2.68
Mai.	//	//	//	//
Juin.	//	//	//	//
Juillet. . . .	68 34.18	68 30.23	68 32.20	3.95

Mois.	Moyennes des maxima.	Moyennes des minima.	Moyennes mensuelles.
[illegible]	[illegible]	68° 21'.02	68° 22'.71
[illegible]	»	»	»
[illegible]	[illegible]	68 [illegible]	68 28.60
[illegible]	[illegible]	68 25.71	68 27.12
[illegible]	[illegible]	68 25.35	68 26.22
Moyennes.	[illegible]	68 22.76	68 24.10

[illegible] de quatre mois manq[illegible] [illegible] un maximum en juill[illegible] [illegible] mars, conséquence [illegible] [illegible] des années préc[illegible]

[illegible] l'année 1830 que M. [illegible] [illegible] minutieuse les mouven[illegible] [illegible] Le résultat de son étude [illegible] [illegible] de trois mille observati[illegible] [illegible] de la marche des [illegible] et des valeurs mensuelle[illegible] [illegible] du magnétisme terr[illegible]



Le *minimum* de l'inclinaison a eu lieu en février, et le *maximum* en août.

On peut donc dire, en résumé, que le *minimum* de l'inclinaison coïncide avec l'époque de l'équinoxe du printemps, et que le *maximum* se présente avec le solstice d'été.

On voit aussi que les variations diurnes de l'inclinaison ne s'élèvent pas en général au delà de 3 à 4′, et que, par conséquent, des variations de plusieurs dizaines de minutes obtenues par des observations isolées faites dans des saisons quelconques, peuvent être regardées comme indiquant avec une approximation suffisante la marche générale de l'inclinaison en un lieu donné. Ainsi, pour Paris, comme l'a conclu M. Arago dans les notes qu'il a laissées, on trouve :

		Décroissements moyens annuels.
1798	69° 51′	
		4′.93
1812	68 42	
		0.43
1828	68 35	
		7.16
1850	67 9	
		3.09
1851	66 35	

De 1798 à 1851, en cinquante-trois ans, on a une diminution de 3° 16, ou par an, en moyenne, 3′ 41″.9.]

En des lieux très-éloignés les uns des autres, le magnétisme terrestre présente souvent dans sa marche une harmonie merveilleuse, mais parfois on rencontre des anomalies qui démontrent qu'il existe des forces pertubatrices dont la nature nous est inconnue. Nous pourrons suivre le jeu magnétique de ces forces avec les instruments d'une

[illegible]

AURORES BORÉALES[1]

CHAPITRE PREMIER.

DÉFINITION DES AURORES BORÉALES.

Le but final de la météorologie est, pour le commun des hommes, la prédiction du temps qu'il fera. Envisagée de ce point de vue, la science ne compte encore que des essais avortés ou sans avenir. Sous d'autres rapports, ses progrès, au contraire, ont été certains, rapides, éclatants. Pour justifier cette assertion, il nous suffira de citer les questions relatives à l'électricité, au magnétisme, et voilà qu'aujourd'hui on peut dire que la simple observation d'une aiguille aimantée, librement suspendue, indique que dans les régions lointaines il se passe un magnifique phénomène aussi digne de l'attention du plus savant physicien que de l'admiration du plus humble spectateur.

Au commencement du XVIIe siècle, Gassendi donna le nom d'*aurore boréale* à un phénomène qui, dans nos climats, fait ordinairement son apparition vers le nord, et dont la naissance se manifeste, près de l'horizon, par des lueurs analogues à celles du crépuscule.

L'aurore boréale n'est pas, comme l'arc-en-ciel,

1. Œuvre posthume.

nou
plu-
ceu.
duc
mil

—

éc
où
qu
pı
vı
l'i
c

CHAPITRE III.

RORES BORÉALES OBSERVÉES DANS LE NORD.

les aurores boréales ne se montrent aussi t et avec autant de magnificence que dans où ont hiverné les laborieux et zélés observa- pédition d'Islande.

mes heureux de dire que plusieurs de nos geurs ont étudié ce mystérieux phénomène onstance exemplaire et en mettant à profit les observation les plus subtils de l'astronomie, de , de la physique.

ntrant historiquement que ces recherches ont preuve de la persistance du phénomène, nous moigné de l'intérêt qu'elles nous ont inspiré; s ont permis de regarder en arrière et de mesurer que la science a franchi.

ant 206 jours (de septembre 1828 à avril 1839) à Bossekop, sur la côte de West-Finmark, par 70° ude boréale, il a été observé 143 aurores boréales, lesquelles il s'en est trouvé 64 pendant la nuit de rnées qui règne dans ces régions. Nous emprunte- quelques traits, en abrégeant son récit, à la descrip- qu'a faite M. Lottin des magnifiques phénomènes lui a été donné d'observer.

e soir, entre quatre et huit heures, la brume légère règne presque habituellement au nord, à la hauteur à 6°, se colore à sa partie supérieure, ou plutôt se ge des lueurs de l'aurore qui existe derrière. Cette

bordure devient plus régulière et forme un arc vague, d'une couleur jaune pâle, dont les bords sont diffus et dont les extrémités s'appuient sur les terres.

Bientôt des stries noirâtres séparent régulièrement la matière lumineuse de l'arc qui s'élève lentement, son sommet restant à peu près dans le méridien magnétique.

Il se forme des rayons qui s'allongent, se raccourcissent lentement ou instantanément; ils dardent, augmentant ou diminuant subitement d'éclat. Tous ils semblent converger vers un même point du ciel, indiqué par la direction de l'aiguille d'inclinaison; quelquefois ils atteignent ce point de réunion en formant ainsi le fragment d'une immense coupole lumineuse.

L'arc continue de monter vers le zénith; il éprouve un mouvement ondulatoire dans sa lueur, l'éclat de chaque rayon augmentant successivement d'intensité.

Souvent l'arc n'est qu'une longue bande de rayons qui se contourne, se sépare en plusieurs parties, formant des courbes gracieuses qui se referment presque sur elles-mêmes, et offrent, n'importe dans quelle partie de la voûte céleste, ce que l'on a nommé des *couronnes boréales*.

Les courbes se forment et se déroulent comme les plis et les replis d'un serpent, les rayons se colorent, la base est d'un rouge de sang clair, le milieu d'un vert émeraude pâle, le reste conserve sa teinte lumineuse jaune clair.

De nouveaux arcs se succèdent à l'horizon; on en a compté jusqu'à neuf; ils se serrent les uns contre les autres et vont disparaître vers le sud. Quelquefois la masse des

rayons qui ont déjà dépassé le zénith magnétique paraît venir du sud, et, se réunissant avec ceux du nord, donne la véritable couronne, ayant une forme ordinairement elliptique, rarement circulaire. Il arrive que cette couronne se forme aussi sans aucun arc préalable.

La couronne s'affaiblit, les arcs pâlissent avant d'avoir atteint l'horizon du sud, les rayons forment des lueurs pâles qu'on a désignées sous le nom de *plaques aurorales;* ils deviennent vagues et finissent par se confondre avec les nuages.

CHAPITRE IV.

AURORES BORÉALES OBSERVÉES DE DIVERS LIEUX.

Le 6 mars 1715 ou 1716, une aurore boréale fut observée à Cambridge par Roger Cotes.

Les premiers rayons se montrèrent au nord; mais à sept heures un quart, il s'en élevait de toutes les parties du ciel, depuis le nord jusqu'au sud. Ces rayons, en se réunissant, formaient une espèce de dais (*canopy*). Leur point de réunion était 20° au sud du zénith; l'azimut de ce point était de 10° comptés du sud vers l'est; le dais s'élevait jusqu'à 10 ou 15° de hauteur dans la direction du nord où il était le plus étendu; vers le sud, il ne descendait que jusqu'à 40° au-dessus de l'horizon.

Les couleurs des rayons surpassaient quelquefois en vivacité celles du plus brillant arc-en-ciel; mais elles s'éteignaient au bout d'une seconde de temps.

L'auteur attribue le phénomène à des rayons parallèles qui ne paraissent converger que par un effet de perspective.

Roger Cotes rapporte qu'il a remarqué un tremblement très-sensible dans les extrémités supérieures des rayons lumineux de l'aurore boréale que nous venons de décrire. Ces rayons étaient aussi croisés quelquefois par des espèces d'ondes qui s'élevaient au nord parallèlement à l'horizon.

Dans un phénomène précédent, Roger Cotes avait aperçu un grand nombre de rayons parallèles, jaillissant d'un nuage lumineux placé dans la région du nord; quelquefois une portion du nuage se détachait et marchait parallèlement à l'horizon; alors cette portion transportait avec elle un ou plusieurs des faisceaux lumineux dont nous venons de parler, les croisait successivement en leur demeurant néanmoins toujours parallèle.

Pour qu'on puisse calculer plus exactement, si on le désire, la position de l'aurore boréale du 6 mars 1715 ou 1716, Cotes avertit qu'à sept heures un quart le sommet du dais était à peu près au milieu de l'intervalle compris entre Castor et Pollux (*Transactions philosophiques,* 1720, vol. XXXI, p. 66, Roger Cotes).

Le 30 mars 1717, à Rochester, le révérend Edmund Barrell dit avoir observé une aurore boréale qui n'était pas juste au nord, mais un peu vers l'ouest (*Transactions philosophiques*, vol. XXX, p. 584).

Martin Folkes a observé la même aurore; il a estimé que le point culminant de l'arc lumineux était environ à 20' à l'ouest du vrai nord. A la fin, la déviation lui paraissait plus petite de plusieurs degrés (*Transactions philosophiques*, vol. XXX, p. 196 et 588).

Halley a observé une aurore boréale à Londres le

10 novembre 1719. Le point de concours des rayons lumineux était à 14° au sud du zénith et fort près du méridien. Les points de départ des rayons étaient au moins à 30 ou 40° de hauteur; aucune lumière ne se voyait plus près de l'horizon; le ciel cependant était parfaitement calme et serein (*Transactions philosophiques*, vol. XXX, p. 1099).

Le 15 février 1730, Cramer observa une aurore boréale à Genève. La base de l'arc lumineux reposait sur une corde d'environ 145°; son milieu déclinait vers l'ouest d'environ 15° (huit heures trente minutes du soir). Le point le plus élevé était à 30 ou 40° de hauteur.

On voyait en même temps, au midi, une bande lumineuse dont la hauteur variait successivement entre 45 et 54°. Cette bande, assez semblable à l'arc-en-ciel, mais plus large, variable entre 14 et 20°, était terminée par deux arcs parallèles également espacés. Son point culminant déviait de 15° du sud vers l'est; il était donc diamétralement opposé au point culminant de l'arc boréal. Le rouge écarlate était la couleur de la zone australe. Cette aurore, par extraordinaire, affaiblissait considérablement la lumière des étoiles sur lesquelles les arcs venaient se placer. Le temps était froid, calme et serein (*Transactions philosophiques*, 1730, vol. XXXVI, p. 279).

Le 9 octobre 1730, Mairan et Cassini virent, l'un à Breüillepont en Normandie, l'autre en Picardie, une aurore boréale ordinaire qui, peu de temps après, huit heures du soir, commença à s'ébrécher vers son milieu, et se divisa en deux ovales lumineux inclinés à l'horizon, longs chacun de 15 à 18° sur 5 à 6° de largeur,

entre lesquels on voyait les Pléiades. Ensuite les deux ovales diminuèrent d'intensité, changèrent de figure et disparurent.

Pendant ce temps, le père Rouché observait à Poitiers, et à fort peu près dans la même région du ciel, une aurore dont les formes ne paraissent pas pouvoir être ramenées par des effets de parallaxe à celles que Mairan et Cassini ont décrites. A Poitiers « on vit d'abord un demi-cercle dont le diamètre, tourné en haut, était parallèle à l'horizon, et long de plus de 20°. Ensuite ce demi-cercle se partagea en deux autres moindres contigus par leurs diamètres, qui faisaient une même droite parallèle encore à l'horizon. Ces figures si régulières ne durèrent pas longtemps; les deux petits cercles se réunirent pour former un grand cercle presque entier; enfin cela devint une espèce de segment de cercle qui finissait par un trident, dont les dents étaient fort longues et bien séparées. » (*Académie des sciences* de 1730, hist., p. 7.)

Maraldi, enfin, ne parle dans sa description de la même aurore, vue à Paris (*Mémoires*, p. 574), que de deux colonnes lumineuses inclinées à l'horizon, de 16 à 18° de longueur sur 5 à 6 de largeur. L'une commença à diminuer à huit heures vingt-cinq minutes, tandis que l'autre augmentait.

Le docteur Blanc dit avoir observé une aurore boréale à la Barbade, le 10 octobre 1780, pendant un ouragan : elle se montra au nord-est (*Académie d'Edinburgh*, 1788, tome Ier, p. 34).

CHAPITRE V.

SUR LA DÉTERMINATION DE LA HAUTEUR DE L'ARC DES AURORES BORÉALES.

Dans nos climats, quand une aurore boréale est complète, quand une partie de sa lumière dessine dans l'espace un arc bien tranché, bien défini, le point culminant de cet arc est dans le méridien magnétique, et ses deux points d'intersection apparents avec l'horizon sont à des distances angulaires égales du même méridien.

Lorsqu'il jaillit des colonnes lumineuses des diverses régions de l'arc, leur point d'intersection, celui que certains météorologistes ont appelé le centre de la coupole, se trouve dans le méridien magnétique, et précisément sur le prolongement de l'aiguille d'inclinaison.

Il est très-important de répéter partout ce genre d'observations, moins pour établir entre les aurores boréales et le magnétisme terrestre une connexion générale dont personne ne peut douter aujourd'hui, qu'à raison des lumières qu'il doit répandre sur la nature intime du phénomène, et sur les méthodes géométriques d'après lesquelles on a quelquefois déterminé sa hauteur absolue.

Ces méthodes, fondées sur des combinaisons de parallaxes, supposent que partout on voit le même arc, je veux dire les mêmes molécules matérielles amenées par des causes inconnues à l'état rayonnant! Si je ne me trompe, cette hypothèse, quand elle sera examinée avec le scrupule convenable, soulèvera plus d'un doute sérieux.

L'orientation magnétique de l'arc de l'aurore ne prouve

rien autre chose si ce n'est que le phénomène est placé symétriquement par rapport à l'axe magnétique du globe. Quant au genre de déplacement que le centre de la coupole éprouve pour chaque changement de position de l'observateur, il ne saurait s'expliquer par un jeu de parallaxes. Ce déplacement est tel qu'un observateur qui marche de Paris vers le pôle magnétique nord, voit le centre de la coupole, situé au sud de son zénith, s'élever de plus en plus au-dessus de l'horizon; or c'est précisément le contraire qui arriverait si la coupole était un point rayonnant et non un simple effet de perspective.

Dès qu'on a établi que dans les aurores boréales une de leurs parties est une pure illusion, on ne voit pas pourquoi l'on adopterait d'emblée que l'arc lumineux de Paris est celui qui sera aperçu de Strasbourg, de Munich, de Vienne, etc. ! Conçoit-on quel grand pas aurait fait la théorie de ces mystérieux phénomènes, s'il était établi que chaque observateur voit son aurore boréale comme chacun voit son arc-en-ciel? Ne serait-ce pas d'ailleurs quelque chose que de débarrasser nos catalogues météorologiques d'une multitude de déterminations de hauteur qui n'auraient plus aucun fondement réel, bien qu'on les doive aux Mairan, aux Halley, aux Krafft, aux Cavendish, aux Dalton.

Avant de terminer un chapitre dans lequel il a été si souvent question de la hauteur absolue de la matière au milieu de laquelle l'aurore boréale s'engendre, je ne dois pas oublier de rappeler qu'une fois le capitaine Parry crut voir des jets lumineux, provenant d'une aurore, se projeter sur une montagne peu éloignée de son bâtiment.

servation mérite bien d'être confirmée et renou-

gnes précédentes, écrites pour faire partie des ons votées par l'Académie des sciences, relati- aux observations de météorologie et de physique e, qui pouvaient être recommandées aux expédi- ientifiques du Nord et de l'Algérie, ont donné lieu éclamation de priorité de la part de M. Morlet, à la 13 avril 1840. J'ai répondu dans les termes sui- uxquels je n'ai rien à changer:

soupçon que chaque observateur pourrait bien n arc d'aurore comme chacun voit son arc-en-ciel, éveloppé, il y a plus de vingt ans, dans les leçons sique du globe professées à l'École polytechnique et servatoire. Si la chose en valait la peine, on le retrou- aisément dans les cahiers des élèves, dans les pro- erbaux du Bureau des Longitudes, et même dans des ges imprimés, de dix ans, au moins, plus anciens e traité cité par M. Morlet. Je m'étonnerais que lorlet insistât, car je lui montrerais au besoin des oires qui ont plus de cent ans de date, et dans les- on donne des *preuves* péremptoires que l'aurore ale d'un lieu peut ne pas être celle d'un autre lieu; je rouverais aussi que, longtemps avant lui, on avait la nécessité de rechercher si l'arc lumineux est ou t pas circulaire. Je peux affirmer que MM. Lottin, vais, Martins n'avaient nullement besoin de lire les aux de M. Morlet pour savoir que la détermination a forme de l'arc de l'aurore s'effectuerait parfaitement rès la mesure des abscisses et des ordonnées. Le peu

de fondement des réclamations de M. Morlet ne m'empêchera pas d'ailleurs de dire que les calculs auxquels il vient de se livrer pour rechercher d'après d'anciennes observations si l'arc ou les arcs d'aurores boréales étaient circulaires, présentent un véritable intérêt. »

Les détails qui sont rapportés dans le chapitre précédent, les diverses aurores boréales observées dans le siècle dernier, démontrent suffisamment qu'en chaque lieu on voit des apparences de la même aurore qui se modifient avec la latitude et la longitude.

CHAPITRE VI.

DU BRUIT DES AURORES BORÉALES.

Les aurores boréales sont-elles accompagnées de bruit? c'est une question de fait sur laquelle ne sont pas d'accord les observateurs. Nous allons d'abord rapporter les assertions de ceux qui sont pour l'affirmative.

Voici deux passages du révérend Jeremy Belknap, tirés du 2e volume des *Transactions of the american Society*, p. 196 : « Examinant il y a deux ans (en 1781), à Dower, New-Hampshire, États-Unis, avec beaucoup d'attention les jets de lumière partant de l'arc lumineux d'une aurore boréale qui se montra dans une nuit calme, et pendant la gelée, je crus entendre (*I thought I heard*) un bruit faible et *rustling* semblable au *brushing of silk*. »

« En mars 1783, la totalité de l'hémisphère paraissait en feu; les jets lumineux semblaient s'élever de tous les points et converger au zénith. Il n'y avait d'autre différence entre le sud et le nord, si ce n'est que les vapeurs

paraissaient s'élever de points plus voisins de l'horizon au nord qu'au sud. Le vent soufflait de l'ouest par moments. Il s'écoulait ordinairement deux ou trois minutes entre deux bouffées. Dans cet intervalle, j'entendais nettement un *rustling noise* qui se distinguait aisément de celui du vent, et qui d'ailleurs aurait été effacé par celui de la bouffée. »

On trouve ce passage dans une note du IIIe volume du *Traité de physique* de Cavallo :

« Some times those coruscations (celles des aurores « boréales), when strong, are accompanied with a sort « of crackling noise distinctly, as I remember to have « heard it, more than once. »

« Quelquefois les fortes *corruscations* de l'aurore boréale sont accompagnées d'une sorte de *craquement* (*crackling noise*) très-distinct. Je me ressouviens de l'avoir entendu plus d'une fois. » (Cavallo, *the Elements of natural or experimental philosophy*, t. III, p. 445.)

Les aurores boréales dans le Groënland sont très-éclatantes ; les colonnes lumineuses dont elles sont formées répandent quelquefois sur tout l'horizon des couleurs aussi vives et aussi variées que celles de l'arc-en-ciel. On voit rarement ces phénomènes au nord de l'horizon. Le plus souvent ils se montrent à l'est ou au zénith. Quand les aurores paraissent basses, on entend un craquement semblable à celui de l'étincelle électrique. Les Groënlandais croient que les âmes des morts se battent alors dans les airs. » (*Edinburg Encyclopedy*, tome X, partie 2, p. 488, année 1815.)

M. Ramm, inspecteur royal des forêts en Norvége,

écrit à M. Hansteen, en date de 1825, que « dans les années 1766, 1767 ou 1768, il entendit le bruit d'une aurore boréale. M. Ramm, qui n'avait alors que dix ans, remarqua ce phénomène pendant qu'il traversait une prairie près de laquelle il n'existait point de forêts. Le sol était couvert de neige et de givre. (Voir dans *le Capitaine Franklin* que la neige craque quelquefois.) Le bruit coïncidait toujours avec l'apparition des jets lumineux. Comment cela pouvait-il être, puisque ces jets sont incontestablement à une hauteur un peu considérable dans l'atmosphère. » (*Philos. Magazine*, mars 1826, p. 177.)

Wargentin rapporte, dans le 15e vol. des *Transactions de Suède*, que deux de ses élèves, le docteur Gisler et M. Hellant, qui avaient longtemps habité le nord de ce royaume, firent à l'Académie de Stockholm le rapport dont voici les principaux passages :

« La matière des aurores boréales descend quelquefois si bas qu'elle touche le sol ; au sommet des hautes montagnes, elle produit sur la figure des voyageurs un effet analogue à celui du vent. » (Docteur Gisler.)

« J'ai souvent entendu le bruit des aurores, ajoute le docteur Gisler, ce bruit ressemble à celui d'un fort vent ou au bruissement que font quelques matières chimiques dans l'acte de leur décomposition.... J'ai cru souvent trouver que le nuage avait l'odeur de fumée ou de sel brûlé.... » Les paysans de Norvége lui apprirent qu'il s'élevait quelquefois du sol un brouillard froid, d'une teinte blanc verdâtre, qui obscurcissait le ciel, quoiqu'il n'empêchât pas de voir les montagnes de loin ; ce brouillard à la fin donnait naissance à une aurore boréale. Il

ι respiration difficile. » (*Philos. Magazine*, mars
p. 178.)

i maintenant les observations qui sont pour le
ɔu la négative.

ɔlin (l'ancien, le botaniste) dit, dans son *Voyage
érie*, tome II, p. 31, traduit par Keralio, « que les
s boréales *pétillent*, mais ce n'est pas *lui* qui a
ιu le bruit; il affirme cela seulement, d'après ce
i avaient dit les habitants de Yénisseisk, en Sibé-
Suivant ces habitants, « les chasseurs de renards
ınt que les aurores boréales font un bruit semblable
i d'un feu d'artifice si terrible, que leurs chiens,
d'effroi, tombaient par terre, et qu'il était impos-
de les faire bouger avant que ce bruit fût fini. »
trin doute de l'authenticité de ce récit; il ajoute
ne chasse point en Sibérie aux renards avec des
s (et surtout pendant la nuit), on ne fait que leur
e des piéges. Patrin dit que Pallas, qui avait voyagé
ınt six ans en Sibérie, ne parlait du passage de
in que nous avons rapporté qu'en plaisantant.

rant neuf hivers, passés dans diverses contrées de
ɔérie, Patrin a vu de très-belles aurores boréales :
n'ont jamais fait aucun bruit. Cet auteur rapporte
« ni l'évêque Eggede, qui a vécu quinze ans dans le
ıland, dont il a donné l'histoire naturelle et la météo-
ie; ni le pasteur Horrebow, qui a décrit cent seize
es boréales qu'il a observées en Islande, ne font la
petite mention de ces bruits, de ces pétillements. »
liothèque britannique, tome XLV, p. 89 et suiv.)

l est impossible d'observer les apparitions soudaines

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

heures du soir, et que leur maximum d'intensité a lieu ordinairement vers dix heures.

Nous verrons plus loin qu'il faut bien se garder de prendre de telles indications au pied de la lettre.

CHAPITRE VIII.

CAUSES DES AURORES BORÉALES.

L'idée d'une connexion intime entre le magnétisme et les aurores boréales remonte au siècle dernier. Un membre de l'Académie des sciences, Du Fay, s'exprime en ces termes dans un *Mémoire sur l'aimant*, en date du 15 avril 1730, publié en 1732 dans le volume des *Mémoires de l'Académie pour* 1730 (p. 147 et 148) : « M. Halley, et plusieurs autres physiciens depuis lui, ont dit que la matière magnétique pouvait avoir quelque part aux lumières boréales...

« On peut encore ajouter que, suivant les observations les plus exactes, le centre auquel aboutissent les rayons des aurores boréales décline presque toujours vers l'ouest de 14 ou 15°, ce qui est à peu près la quantité dont l'aiguille décline présentement. Si ce centre des rayons des aurores boréales venait à suivre à l'avenir les variations de l'aimant, cela pourrait nous mener à quelque chose de plus positif (sur la cause des aurores). »

Par le centre auquel aboutissent les rayons, Du Fay, sans aucun doute, entend le centre de l'arc lumineux ou le centre de la coupole.

Cette idée ne fut pas immédiatement adoptée, car M. Garnett remarque que le point central des aurores

et les grands mouvements de
les aurores boréales se com
sont accompagnées d'u
moins la conviction
nomène ne donne
resté des heures
de nos bâtim
avoir jamais
journal, p

Le c explication plausible de
land-F
tude cette hypothèse les propriétés magnétiques du
les omène tenaient au fer, dont on supposait le gaz
d' prégné. (Ussher, *Transactions d'Irlande*, tome II,
p. 190.)

Du Fay, dans le Mémoire que nous avons cité plus haut, adopte l'opinion que les matières inflammables des hautes régions atmosphériques suffisent seules pour expliquer les aurores boréales : « Les exhalaisons inflammables, dit-il, ou même dont quelques-unes sont déjà enflammées, étant répandues dans l'air, si leur degré de

des faits déjà constatés n'a

Irlande, t. II,
ces signa-
-peu d'au-
, à l'époque où
ait nulle en Angle-

a connexion de l'aurore et
la position de la coupole, et
arc. « Le point le plus élevé de cet
jours dans le méridien magnétique. »
, j'ai publié en décembre 1817 (*Annales*
physique, 2e série, t. VI, p. 443), la note
Le 6 février, vers les six heures après midi,
Paris une très-belle aurore boréale. Nous nous
assuré, par des observations directes, que le
lminant de l'arc lumineux était exactement placé
méridien magnétique. »

le cahier de janvier 1819 des *Annales de chimie*
ysique, t. X, p. 119, j'ajoutai les détails suivants
lois transcrire ici :

académiciens de Pétersbourg ont plusieurs fois
que, dans cette ville, la déclinaison ne varie ni
n au soir, ni du jour au lendemain, ni même d'une
l'autre. Malgré la confiance que les noms d'Euler,
fft, etc., peuvent inspirer, une anomalie aussi
linaire doit-elle être admise, tant qu'elle ne se fon-
s sur des observations nombreuses et faites avec
ruments très-précis.

« Les aurores boréales doivent être placées au premier rang des causes qui troublent quelquefois la marche régulière des variations diurnes. Ces variations, même en été, ne sont plus que de quinze ou de vingt minutes ; mais si une aurore se montre, on voit souvent l'aiguille s'éloigner en quelques instants du méridien magnétique de plusieurs degrés. Comment concilier maintenant une influence aussi marquée avec des observations d'où il semblerait résulter que la même aurore qui transporte subitement une aiguille de l'est à l'ouest laisse immobile une aiguille voisine ou lui imprime un mouvement contraire?

« Pendant l'apparition d'une aurore boréale, on voit souvent, dans la région du nord, des rayons lumineux, diversement colorés, jaillir de toutes les parties de l'horizon. Le point du ciel où ces rayons se réunissent est précisément celui vers lequel se dirige une aiguille aimantée suspendue par son centre de gravité, en sorte qu'à Paris, où l'on observe maintenant une inclinaison de 68° 40′, ce point est 21° 20′ au sud du zénith. Il a été prouvé, en outre, que les cercles concentriques, presque semblables à l'arc-en-ciel, qui se montrent ordinairement avant les jets lumineux dont nous venons de parler, reposent chacun sur deux parties de l'horizon également éloignées du méridien magnétique, et que les points les plus élevés de chaque arc sont exactement dans ce méridien. Il est incontestable, d'après cela, qu'il y a une liaison intime entre les causes de l'aurore boréale et celles du magnétisme terrestre. Ce ne sera toutefois qu'à l'aide d'observations nombreuses, faites simultanément dans divers points de la terre, avec des aiguilles délicatement suspendues,

qu'on pourra essayer de découvrir comment le premier de ces phénomènes modifie le second.

« On manque jusqu'à ce jour d'un nombre suffisant d'observations de variations, parce que le prix des boussoles est assez élevé, et parce que les observations des variations diurnes sont très-assujettissantes. Heureusement M. le maréchal duc de Raguse, qui ne croit pas déroger en consacrant ses loisirs à l'étude des sciences, a bien voulu ne point apercevoir ces obstacles. Par ses soins, une excellente boussole de l'artiste Gambey a été placée depuis quelques mois à Châtillon-sur-Seine, en Bourgogne; en l'absence de M. le maréchal, les observations sont faites par un jeune homme intelligent et instruit, auquel est également confiée la surveillance de quelques-uns des beaux établissements d'agriculture qu'on admire aux alentours du château de Châtillon. Ces observations nous sont régulièrement communiquées, et elles seront rapprochées avec utilité de celles que nous faisons à Paris.

« La marche de l'aiguille aimantée, dans la matinée du 31 octobre 1818, n'offrit rien de remarquable; mais à partir de midi, la déclinaison augmenta plus que de coutume : à une heure, elle surpassait celle des jours précédents de 12′ environ; à cinq heures et demie, l'excès de déclinaison était encore de 7′. Après ce temps, l'aiguille rétrograda brusquement vers l'est, et de telle sorte qu'à huit heures la déclinaison était plus faible que la moyenne de toutes celles qu'on avait observées à la même heure durant le reste du mois, de près de 9′. On voit que les déplacements accidentels de l'aiguille, le 31 octobre, ont

été plus considérables que la totalité de son oscillation diurne régulière; car dans ce mois, celle-ci n'est guère que de 10′.

« A Châtillon-sur-Seine, dans le château de M. le maréchal duc de Raguse, l'aiguille, entre huit heures du matin et six heures du soir, éprouva des mouvements irréguliers, parfaitement semblables à ceux qu'on avait observés à Paris.

« Enfin je trouve, dans les observations de M. le colonel Beaufoy, faites à Bushey-Heath (1m 2s de temps à l'ouest de Greenwich, et par 51° 38′ de latitude), que la déclinaison de l'aiguille, le 31 octobre au matin, ne différait pas sensiblement de celle des jours précédents; mais qu'à une heure, elle était plus grande qu'à l'ordinaire de 11′. Les observations du soir manquent.

« Si nous rapprochons ces remarques d'une lettre datée de Bishopwearmouth, en Sunderland, qui vient d'être insérée dans le journal du docteur Thomson, et dans laquelle M. Renney annonce avoir vu une aurore boréale le 31 octobre 1818, entre sept et huit heures du soir, on ne doutera pas que ce phénomène, qui n'a pas été aperçu à Paris à cause des nuages, n'ait déterminé les oscillations irrégulières observées à Bushey-Heath, à l'Observatoire royal et à Châtillon. Il demeurera aussi évident que « l'aurore boréale agit avant de se montrer sur l'horizon, et que son influence s'exerce simultanément à des distances considérables. »

CHAPITRE IX.

SUR LES AURORES BORÉALES QUI SE MONTRENT EN PLEIN JOUR.

Les apparitions bien constatées d'aurores boréales de jour sont trop peu nombreuses pour je puisse me dispenser de traduire la description d'un de ces phénomènes que je trouve dans le tome v des *Transactions de la Société royale d'Edinburgh.* L'observation est du révérend Patrick Graham. Elle fut faite à Aberfoyle, dans le Perthshire.

« Le 10 février 1799, vers trois heures et demie du soir, le soleil était encore éloigné de son coucher de plus d'une heure, et il brillait faiblement à travers une atmosphère couleur de plomb, lorsque j'aperçus un halo autour de l'astre. Pendant que j'observais ce phénomène, l'hémisphère visible fut envahi en totalité par ce qui me parut, au premier aspect, une vapeur légère et pâle. Cette vapeur était disposée en bandes longitudinales (*streaks*) s'élevant de l'ouest et s'étendant vers l'est en passant par le zénith. En étudiant cette apparence plus attentivement, je reconnus qu'elle provenait d'une véritable aurore boréale ; j'aperçus, en effet, les divers phénomènes qui caractérisent le météore quand on l'observe de nuit, si ce n'est qu'il était pâle et sans couleur. Les jets de matière électrique s'élançaient très-visiblement d'un nuage situé à l'ouest, éprouvaient une certaine diffusion, convergeaient vers le zénith, et divergeaient au delà vers tous les points de l'horizon. Les *corruscations* étaient aussi instantanées et aussi distinctement perceptibles que pendant la nuit.

« Cette apparence dura plus de vingt minutes ; elle s'affaiblit ensuite graduellement et fit place à des vapeurs légères dispersées çà et là, lesquelles, au coucher du soleil, se répandirent sur tout le firmament. La nuit suivante je ne parvins pas à découvrir la plus légère trace d'aurore horéale. »

Le catalogue détaillé d'aurores boréales que Mairan a publié dans la dernière édition de son *Traité* ne renferme aucune observation faite de jour. « Les grandes aurores boréales, dit ce savant académicien, commencent ordinairement de bonne heure, peu de temps après la fin du crépuscule, et quelquefois auparavant. » « Jamais, que je sache, ajoute-t-il ailleurs, ce phénomène ne commence le matin, après minuit, quand les nuits sont un peu longues. »

En parcourant le tome II des *Mémoires de l'Académie d'Irlande*, j'ai trouvé une observation du docteur Henry Ussher, membre des Sociétés royales de Londres et de Dublin, qui tombe si peu dans les limites indiquées par Mairan, qu'elle a été faite de jour et tout près de l'heure de midi. Voici la traduction littérale de la note du savant irlandais :

« Dans la nuit du samedi 24 mai 1788, j'ai aperçu (à Dublin) une brillante aurore boréale : ses rayons lumineux se réunissaient, comme d'habitude, au pôle de l'aiguille d'inclinaison. J'ai toujours remarqué que les aurores boréales rendent les étoiles singulièrement ondulantes dans le télescope. Le lendemain matin (25), vers onze heures, ayant trouvé que les astres oscillaient beaucoup dans ma lunette, j'examinai attentivement l'état du

ciel, et j'aperçus des rayons d'une lumière blanche et vacillante qui s'élevaient de tous les points de l'horizon vers le pôle de l'aiguille d'inclinaison où ils formaient une coupole légère et blanchâtre, semblable à celle que présentent, la nuit, les brillantes aurores boréales. Les rayons étaient tremblotants depuis l'horizon jusqu'à leur point de réunion.

« Cette aurore fut observée par trois différentes personnes, qui marquèrent chacune séparément le point vers lequel les rayons convergeaient [1]. »

L'influence manifeste que les aurores exercent sur la déclinaison de l'aiguille aimantée, m'a semblé un moyen de décider si le phénomène dont on vient de lire la description était bien réellement une aurore boréale de jour. J'ai donc pris, dans les archives du Bureau des Longitudes, les observations de variations diurnes qui se faisaient à l'Observatoire sous la direction de M. Cassini, et j'en ai déduit les résultats que voici :

État moyen de l'aiguille entre le 18 *et le* 30 *mai* 1788.

	8 heures.	10 heures.	Midi.	2 heures.	5 heures.	9 heures.
	35′	39′	42′	42′	37′	35′
Le 24,	″	46	37	″	38	36
Le 25,	44	37	44	39	36	45

Ordinairement les observations faites à une heure déterminée, dans la même quinzaine, ne présentent guère entre elles que des discordances de 2 ou 3′. Les résultats

1. Ce Mémoire de Ussher se trouve tome II, p. 189 des *Transactions de l'Académie d'Irlande.* Peut-être dois-je remarquer ici que la table des matières n'en fait pas mention, et qu'il manque même dans certains exemplaires de ces *Transactions*, par exemple dans celui de la bibliothèque de l'Observatoire de Paris.

du 25 diffèrent assez de la moyenne, tant par leur
que par leurs valeurs, pour qu'on doive suppo
y avait, ce jour-là, une cause perturbatrice.

Ainsi les phénomènes magnétiques viennent à l'
de la conclusion du docteur Ussher.

J'ai rapporté les observations du 24 pour faire vo
l'aurore boréale qui se montra la nuit de ce mêm
avait déjà commencé à agir dès le matin. L'obser
de huit heures manque, à cause des grandes oscil
que faisait l'aiguille à cette époque de la journée.

L'aurore boréale de jour est décrite dans la no
Ussher avec beaucoup de netteté. Ce savant est d'a
connu par plusieurs Mémoires intéressants, dont j
plais à reconnaître le mérite. Ne demandera-t-on
d'après cela, comment j'ai pu croire nécessaire de
cher à prouver, par des voies indirectes, qu'un obs
teur aussi exercé ne s'était pas mépris, et que le p
mène qu'il avait aperçu dans la matinée du 25 mai
était bien, comme il l'annonce, une aurore boréal



t aussi toujours dirigé parallèlement à l'aiguille
[ue, résultat qui ne me paraît ni vrai ni vraisem-

CHAPITRE X.

JENCES MAGNÉTIQUES EXERCÉES SUR L'AIGUILLE AIMANTÉE.

vu, dans les deux chapitres qui précèdent, que
›n-seulement montré, comme mes prédécesseurs,
vait de certaines coïncidences entre la direction
ille aimantée et les principales dispositions des
›oréales, mais encore que j'avais découvert, dès
e ce phénomène influait sur les mouvements de
aimantée. J'ai même pu, en 1822, retrouver
:iennes aurores avaient fait éprouver aux bous-
mouvements qui avaient passé inaperçus ou
és. Des conséquences aussi importantes ont ap-
attention sur ce genre de phénomènes, et j'ai
avec soin, pendant plus de dix ans, toutes les
ons d'aurores boréales pour les rapprocher de
rvations de déclinaison, d'inclinaison et d'inten-
trouvé ainsi que les trois principaux phénomènes
lle aimantée étaient influencés par les aurores
et que les actions constatées s'exerçaient lors
ie les aurores étaient invisibles dans le lieu de
tion. Les résultats que j'avais obtenus furent
par plusieurs physiciens; c'est la loi invariable
ent subir toutes les découvertes. On ne voulut
:ttre que j'avais entièrement résolu la question,
mes propres expériences, soit par l'étude dé-
ie j'avais faite des nombreuses observations de

Celsius, d'Hiorther, de Wilcke, de Wargentin, de Canton, de Van-Swinden, de Cote, de Cassini et de Dalton. Pour ceux qui liront le catalogue des aurores boréales observées dans les deux hémisphères à partir de 1819, catalogue que j'ai rédigé à l'aide de ma correspondance particulière et de la lecture de divers recueils scientifiques, en l'accompagnant du tableau de la marche de l'aiguille de déclinaison de Paris, l'opinion que j'ai adoptée dès 1817 ne paraîtra plus douteuse, non-seulement à l'égard des aurores visibles, mais en l'étendant même à celles qui ne s'étaient pas élevées au-dessus de l'horizon de Paris.

On me fit l'honneur de s'occuper de cette opinion, mais on aima mieux s'en rapporter à des souvenirs recueillis pendant la communication verbale que je fis à l'Académie des Sciences sur ces phénomènes importants qu'aux notes que je publiai successivement dans les *Annales de chimie et de physique.* Je trouvai encore parmi mes adversaires un illustre savant qui depuis est devenu mon ami. M. Brewster, associé étranger de l'Académie des Sciences, la plus haute distinction que puisse ambitionner un savant, me pardonnera ce souvenir que je ne puis effacer de l'histoire des sciences.

Les remarques, les épigrammes, les quolibets (car on trouve tout cela dans le factum en question, voire même une comparaison qui amène le nom de la bataille de Navarin), ne sont pas du reste dirigés contre le fond des choses. On m'attribue des expressions dont je ne me suis pas servi, et on les imprime en italique. Peu importe que j'aie publié précisément le contraire des phrases qu'on

l'italique décide péremptoirement que les expres-
ıe les phrases sont sorties de ma bouche. Il serait
te fâcheux que de tels principes de critique lit-
ssent des prosélytes; mais la passion n'y regar-
nais de si près; elle se livre à une réfutation
se d'expériences, non publiées encore, et qui ne
nues imparfaitement que par les confidences de
ur. J'abandonne ces remarques avec confiance
itation des savants, et je passe sans autre préam-
examen du fond de la question.

ritique trouve fort étrange que je n'aie pas publié
ment dans les *Annales de chimie et de physique*,
vations magnétiques de Paris. J'espère, sur ce
ı'il reconnaîtra la justesse de ma réponse; elle
sée, en effet, dans cet axiome que le contenu
plus petit que le contenant. Les *Annales* forment
ınnée trois petits volumes in-8°, tandis que les
ions magnétiques annuelles faites à l'Observa-
ıpliraient *un gros volume in-folio!* Il est d'ailleurs
évidence que les moyennes mensuelles ne suffi-

ıe fait dire que les prédictions d'aurores boréales déduites
ements de l'aiguille se sont *toujours* trouvées exactes.
n'a pas été ici une marque suffisante de réprobation : le
ys est imprimé en très-gros caractères. Or, au moment
itique, le savant secrétaire de la Société royale d'Edin-
sistait sur le mot *toujours*, il avait sous les yeux un écrit
ısteen me reprochait, au contraire, d'avoir admis que tous
gements ne provenaient peut-être pas d'aurores boréales.
ıssi pu lire que plusieurs de mes annonces ne s'étaient
e réalisées, et qu'aussitôt qu'on aurait publié les voyages
ines Parry et Franklin, je ferais connaître les résultats,
ls fussent : c'était bien la peine, en présence de tous ces
s, d'écrire *always* en gros caractères.

raient pas pour décider la question de l'influ aurores ; les observations journalières détaillées indispensables. Si ces observations sont publiées, je le désire, ce ne pourra être ni dans les *Annales* tout autre journal scientifique ; les principes de la trie y mettraient, comme on voit, un obstacle in table ; une publication spéciale faite par le gouve pourrait seule donner satisfaction à mon critique ; fait d'observations pour qu'on les publie toutes lement : tel est mon crime.

J'avais pensé qu'en donnant, chaque année, résumé météorologique, l'indication des jours où les dérangements de l'aiguille aimantée, je pour poser qu'il y aurait eu quelque part une appariti rore boréale, j'exciterais les personnes qui obse phénomènes à publier leurs remarques. Ces *pré* mon critique ne manque jamais de les qualifier ai pas eu son assentiment ; il trouve mauvais que monopole (*predictions wich he now monopoli* devoir de l'auteur, dit-il (*his duty*), est de



tout ce qui porte ce nom est maintenant l'objet. ırd'hui, à la fin d'une carrière bien remplie, je ne e pas le temps de publier mes œuvres, et je suis forcé nfier ce soin à des mains amies. Au reste, si la critique e entrer en concurrence avec moi, si elle veut aussi des prédictions, je lui enverrai très-volontiers les trois mans dont je me suis servi, savoir, un fil de soie écrue, aiguille aimantée et un microscope; il ne me restera alors qu'à lui souhaiter de la santé, du zèle et une dose de patience.

uand j'appris, pour la première fois, combien on était ıx de l'affreux monopole que j'exerce sur les prédic- s d'aurores boréales, j'éprouvai, je l'avoue, un petit vement de vanité, malheureusement il fut de bien te durée. Le savant qui me critique le plus énergique- t déclare, en effet, que mes prédictions sont fausses, prétend le prouver de deux manières: 1° en citant des rvations d'aurores dont l'apparition ne peut pas se ilier avec la marche de l'aiguille de Paris; 2° en mon- t des prédictions démenties par l'événement.

'aurore inconciliable avec la marche de l'aiguille de s est celle du 17 août 1825. Elle fut observée à Leith, heures du soir. A dix heures, mon aiguille horizon- n'offrit rien d'extraordinaire; mais comme elle était blement dérangée le matin, j'avais pensé que les jets neux observés le soir en Écosse étaient les dernières rs d'une aurore boréale du jour. Il faudrait citer toute page de mon critique pour montrer combien cette thèse lui inspire de dédain. Elle est donnée comme chantillon de ma manière de raisonner (*M. Arago's*

mode of reasoning) ; comme un exemple de la défiance que les faiseurs de théories doivent inspirer. Je suis sûr que mon critique s'est laissé aller à un sentiment de pitié, en songeant à toute la confusion dont il m'accablait. Cela ne l'empêche pas cependant de s'écrier, et c'est ici, comme on dit, le coup de grâce. Si l'aurore de dix heures était la suite d'une aurore boréale du jour, pourquoi ne l'a-t-on pas vue à Leith entre sept heures et dix heures? Dans tous les cas, pourquoi n'a-t-elle pas dérangé l'aiguille dans la soirée du 17 août?

Sur le premier point, me permettra-t-on de répondre très-humblement qu'à sept heures, le 17 août, le soleil n'est pas encore couché à Leith; qu'à ce coucher succède un vif crépuscule suffisant pour masquer pendant assez longtemps les rayons d'une aurore boréale ordinaire; qu'en tout cas rien ne m'assure que le ciel était serein au nord avant l'époque de l'observation; qu'enfin il ne serait pas impossible que le météorologiste de Leith n'eût mis la tête à la fenêtre qu'à dix heures du soir; car, si je ne me trompe, il dit : « J'ai vu une aurore boréale à dix heures » et non pas « une aurore a commencé à se former à dix heures. » Faut-il, en outre, qu'un Roussillonnais apprenne à un Scotman, né et élevé au milieu des Northern lights, qu'une aurore boréale n'a pas constamment le même éclat pendant toute la durée de son apparition; qu'elle s'affaiblit quelquefois durant des heures entières, au point de devenir presque invisible, et qu'ensuite elle se ravive subitement. J'attendrai qu'on m'ait prouvé qu'aucune de ces circonstances n'a eu lieu le 17 août, avant de faire amende honorable sur mon *mode of reasoning*.

On se flatte d'avoir entièrement renversé (*entirely overturn*) mes conclusions par cette remarque qu'à dix heures, le 17 août, pendant que l'aurore était visible à Leith, l'aiguille de Paris occupait sa position habituelle; mais on combat ici un fantôme. J'ai dit et je maintiens qu'une forte aurore boréale amène toujours ou presque toujours une déviation accidentelle dans l'aiguille horizontale de Paris; mais je n'ai jamais soutenu qu'il y ait dérangement pendant tout le temps que dure l'aurore. Les perturbations que ce phénomène occasionne étant tantôt orientales et tantôt occidentales, il est évident, au contraire, qu'en passant d'une de ces positions à l'autre, l'aiguille se trouve dans sa direction habituelle, et que l'observateur qui l'examinerait seulement alors, ne soupçonnerait pas l'existence d'une cause perturbatrice. J'imagine que mon critique daignera nous dire si cette simple remarque n'*overturn* pas sa foudroyante objection.

Passons maintenant aux prédictions qui ne se sont pas réalisées. J'avais annoncé que, d'après les indications de mon aiguille, on aurait dû voir au nord des aurores boréales, dans la nuit du 21 août 1825, dans la matinée du 22, pendant la nuit du 26 et particulièrement durant celle du 29. Mon critique a consulté l'observateur de Leith, et il déclare que, le 21 août, quoiqu'il fît beau, et surtout le 26, il n'y eut pas d'aurore boréale. Le 29, le ciel n'était point favorable; ainsi de compte fait, trois de mes prédictions se sont trouvées fausses. Que deviendront, s'écrie-t-on, en présence de ces faits, les conclusions balayantes (*sweeping conclusions*) de M. Arago?

Ces conclusions ne courront pas de grands risques

[illegible] sans aucu-
[illegible] que je remarque dans les Mémoires de
mon critique. [illegible] aujourd'hui sur
[illegible] que le ciel était couvert à Leith le 29,
[illegible] je n'espérais donc pas que on
[illegible] observer des aurores boréales; aussi,
[illegible] j'avais dit : « Si par un temps
[illegible] plus au nord (au nord de
Leith) [illegible] boréale, par exemple dans la
[illegible] qu'il existe d'au-
tres [illegible] qui exercent sur la marche
de l'aiguille aimantée une influence considérable. »

Sous la plume de mon critique, ce passage s'est ainsi
[illegible] : « Si le ciel n'a pas été couvert à Leith, et si
les observateurs de cette ville (the observers there) n'ont
pas vu l'aurore, etc., etc. »

Il est de bonne guerre de confondre les auteurs par
leurs propres paroles; mais la stricte justice exige alors,
plus que jamais, qu'on les rapporte exactement. Si je

sent qu'on n'ait rien vu à Leith? Je n'énumérerai pas toutes les causes qui peuvent avoir amené ce résultat négatif; je m'en tiens à l'observation positive du correspondant de M. Hansteen; elle prouve irrévocablement qu'à la fin d'août 1825, mon aiguille n'a pas été mensongère. Puisque me voilà réhabilité comme prophète, je me hasarderai à faire une nouvelle prédiction, et je suis sûr qu'elle se réalisera : j'annonce donc que mon critique s'abstiendra de communiquer mes réponses catégoriques aux lecteurs de son journal, malgré tout le tort qu'il fera ainsi au monopole dont je suis en possession.

Après la critique de mes observations, on s'écrie en passant à celles de MM. Parry et Foster : « Nous voici maintenant arrivé à une période de saines recherches (*sound inquiry*), à une époque où l'aiguille aimantée et l'aurore boréale étaient observées en même temps, sur le même horizon, et par des hommes qui n'avaient aucune hypothèse à faire prévaloir, etc., etc. »

Je m'abstiens de toute remarque sur les deux mots soulignés; puisque mon critique a imaginé que mes recherches n'étaient point saines, il a bien fait de le dire; il aurait mieux fait sans doute de le prouver; mais je ne suis pas si exigeant. Quand j'ai cité tout ce passage, j'ai voulu seulement qu'on pût mettre ces deux mots en regard des paroles doucereuses par lesquelles on avait débuté. On ne trouvera pas en effet sans étonnement que mon critique promettait, dansles premières lignes de son article, que la discussion serait candide et modérée (*candid and moderate discussion*); mais, comme dit le poëte :

Chassez le naturel, il revient au galop.

L'aiguille d'inclinaison ne mérite pas moins d'attention que l'aiguille horizontale ; mais, à cause de son mode de suspension beaucoup plus imparfait, personne jusqu'ici n'était parvenu à reconnaître bien nettement si sa position éprouve des changements diurnes. Cette recherche m'a semblé assez curieuse pour motiver de nouvelles tentatives. Après divers essais infructueux, je suis enfin parvenu à déterminer les changements journaliers de l'inclinaison, non pas seulement par des moyennes mensuelles, mais à l'aide des observations de chaque jour. Ce résultat m'a fourni la possibilité de reconnaître que la variation diurne d'intensité, déterminée à l'aide des oscillations d'une aiguille horizontale, ne dépend pas tout entière des changements dans l'inclinaison; que ces changements devaient être plus grands que l'observation ne les donne pour tout expliquer, et qu'ainsi l'intensité absolue du magnétisme terrestre éprouve elle-même des variations à peu près régulières toutes les vingt-quatre heures. Voilà, en abrégé, l'analyse du travail auquel je me suis livré. Il se compose de plus que quatre-vingt mille observations. Toutes les fois que des affaires m'ont forcé de m'absenter, plusieurs de mes amis ont eu la complaisance de me remplacer. Je voudrais bien leur en témoigner ici ma reconnaissance; mais ne dois-je pas attendre pour cela que la critique ait bien voulu reconnaître qu'elle a jugé sans voir et sans entendre. Pour ce qui me concerne, je déclare sans hésiter, quoique cela ne soit peut-être pas poli, que les décisions tranchantes du critique n'ont effleuré ni ma conviction, ni mon amour-propre; ainsi, jusqu'à nouvel ordre, j'assume sur moi seul toute responsabilité, soit à

l'égard des conséquences que les observations m'ont paru autoriser, soit en ce qui concerne la direction peu saine que j'ai donnée à l'ensemble du travail. Je reprends, après cette courte digression, l'examen du Mémoire de mon célèbre critique.

Il avait sans doute un vague pressentiment de la faiblesse des objections que j'ai combattues, car il cherche à la fin de son écrit à trancher par des autorités la difficulté qui nous divise. Suivant lui, les physiciens, de quelque pays qu'ils soient, ne peuvent plus admettre une action des aurores boréales sur les aiguilles aimantées, depuis que la Société royale de Londres a décerné, en 1827, la médaille de Copley au lieutenant Foster; depuis surtout que M. Davies Gilbert, successeur de sir Humphry Davy dans la présidence de la Société royale, a rangé au nombre des plus importants résultats obtenus par l'habile navigateur dont je viens de parler, la réfutation « d'une prétendue connexion entre les agitations de l'aiguille et les aurores boréales! » (*Voyez* le Discours d'ouverture de l'année 1828.)

Personne au monde n'a pour la Société royale une admiration plus sincère que celle dont j'ai toujours fait publiquement profession. Ce sentiment, je l'avais puisé dans la lecture des *Transactions philosophiques*, longtemps avant que ce corps illustre daignât m'admettre au nombre de ses membres. En m'accordant spontanément, en 1825, la médaille de Copley; en appelant ainsi l'attention des physiciens sur les phénomènes du magnétisme en mouvement que je venais de découvrir, la Société m'a imposé un devoir bien doux, celui de la plus vive recon-

naissance. On a compté, je présume, sur les embarras de cette position. On a pensé que si je repoussais ces arguments de la critique, je ne pourrais pas, du moins, sous peine d'ingratitude, me dispenser de souscrire aux décisions d'une compagnie qui m'a donné de telles marques de bienveillance; mais, je m'empresse de le dire, on s'est complétement trompé. Je me croirais vraiment indigne de toutes les faveurs dont j'ai été l'objet, si dans une question de science je faisais, en aucune manière, la part des considérations personnelles; si j'examinais d'où émanent les arguments plutôt que ce qu'ils valent, si surtout je cédais à des décisions dénuées de preuves. Comment n'a-t-on pas songé qu'en devenant membre de la Société royale, j'avais dû me pénétrer de sa propre devise : *Nullius in verba.* J'aborde donc franchement cette partie du Mémoire dans laquelle, à l'abri des imposantes autorités dont il s'enveloppait, mon savant critique se croyait inattaquable.

A mon avis, la Société royale n'a fait qu'un acte de la plus haute justice, en couronnant le Mémoire de M. Foster. La multitude d'observations que cet infatigable navigateur a recueillies, les difficultés dont elles étaient entourées, la petite distance qui séparait les diverses stations du pôle magnétique, font de ce travail une des plus précieuses acquisitions dont la science se soit enrichie depuis longtemps. On ne demandera pas, j'espère, une déclaration plus franche, plus explicite. Examinons maintenant à quel point elle a compromis ma cause.

Je suppose pour un instant que les aurores boréales, comme l'annonce M. Foster, n'aient aucune influence sur

l'aiguille aimantée au port Bowen. Ce fait sera sans doute très-curieux; mais qu'en pourra-t-on déduire contre les observations de Paris? De ce qu'en aucune saison on n'entend le tonnerre près du pôle, faudrait-il en conclure qu'il ne gronde jamais en France? Cette comparaison choquera mon critique, j'en suis sûr; mais, en y réfléchissant bien, il verra que je la cite seulement parce qu'elle fait toucher au doigt le vice de son raisonnement, parce qu'elle montre qu'un fait météorologique peut n'être vrai que dans le lieu où il s'est présenté. Je l'entends toutefois m'accuser d'avoir oublié que MM. Parry et Foster « vivaient précisément au milieu des rayons des aurores boréales » (*lived among the very beams of the northern lights*). Or, comment admettre qu'une aurore agisse de loin quand elle ne produit aucun effet de près? Je réponds qu'on ignore comment cette action s'exerce; qu'il n'est pas impossible que la valeur de l'inclinaison y joue un grand rôle, et que, là où la résultante du magnétisme terrestre est presque verticale, la force perturbatrice devienne insensible, surtout si l'aurore a quelque tendance, comme au port Bowen, à se montrer simultanément sur tous les points de l'horizon. Généraliser dans de telles circonstances, appliquer au 49ᵉ degré de latitude ce qu'on a observé sous le 73ᵉ, c'est évidemment bâtir sur le sable.

J'irai plus loin, maintenant, et j'établirai, je crois, sans beaucoup de peine, que les observations de Foster ne prouvent pas qu'il y ait au nord, durant les aurores boréales, de moindres dérangements de l'aiguille aimantée qu'à Paris.

A Paris, des changements accidentels de direction de

[illegible] l'observateur le moins [illegible], des [illegible] de 10', de 15', de 20', [illegible] en effet, eu égard au [illegible]. Il n'en est pas ainsi au port Bowen, [illegible] jour et celles du lendemain, au [illegible] très-différentes. J'en [illegible] je le prends au hasard :

	Heures.	Position de l'aiguille.
[illegible]	[illegible]	[illegible] ouest.
[illegible]	[illegible]	1 26 Id.
[illegible]	[illegible]	[illegible] Id.
[illegible]	[illegible]	[illegible] Id.
[illegible]	[illegible]	1 6 Id.
[illegible]	[illegible]	[illegible] Id.
[illegible]	[illegible]	[illegible] Id.
[illegible]	[illegible]	[illegible] est.
[illegible]	[illegible]	[illegible] 2 ouest.

[illegible] dans une série de nombres aussi [illegible] de l'aiguille ? Lorsque [illegible] lendemain, les résultats par- [illegible] de plus d'un demi-degré, com- [illegible]-on les anomalies accidentelles pro- [illegible]

[redacted]

j'ai consulté à ce sujet un des membres les plus célèbres du comité, et j'ai appris ainsi que rien n'y avait été décidé, ni même débattu concernant l'action des aurores boréales. Les conséquences que Foster a tirées de ses observations reposent donc sur sa seule autorité. La Société royale ne les a admises ni rejetées. Les paroles consignés dans le discours de son honorable président ont pu paraître un peu trop positives; mais il faut les considérer seulement, et alors tout s'explique, comme l'énoncé d'une opinion empruntée à l'auteur couronné; or, j'ai indiqué déjà quelles circonstances ont dû amener Foster, malgré son mérite distingué, à des conclusions que ses tableaux ne motivaient pas suffisamment.

J'ai écrit ces diverses remarques pendant une course en Suisse, au fur et à mesure de la lecture que je faisais du Mémoire du savant d'Edinburgh. J'attachais, je l'avoue, quelque importance à éclaircir une question curieuse, et sur laquelle, ce me semble, on essayait de faire rétrograder la science. Cependant j'ai été au moment de supprimer tout à fait ma réponse, lorsque, en arrivant à certain passage dont je vais m'occuper, il m'a paru évident que mon critique n'avait pas (c'est une mésaventure habituelle aux critiques) la plus légère idée de la nature des phénomènes qui ont amené cette discussion. Ce passage, le voici :

« Le lieutenant Foster a donné un extrait des variations diurnes d'une de ses aiguilles, pour les mois de janvier, février, mars, avril et mai 1825. Dans une colonne est la valeur de la variation diurne; dans une autre, toutes les aurores boréales qui ont été visibles sont indiquées, en

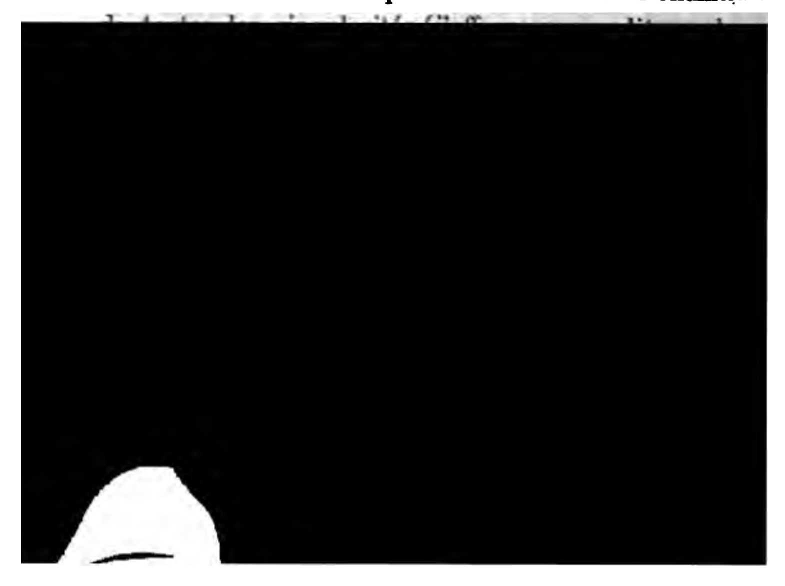
sorte qu'on peut comparer l'oscillation moyenne de l'ai-
guille correspondante aux époques où il n'y avait pas
d'aurore boréale, avec celle d'une période durant laquelle
beaucoup d'aurores furent visibles, et obtenir ainsi les
effets réunis de groupes de ces mouvements (*and thus*
obtain the united effects of group of these motions[1]).

« Le tableau suivant mettra ceci dans tout son jour.

	Nombre d'aurores visibles.	Valeur moyenne des variations diurnes.		Moyennes.
Janvier.....	14	1° 37′ 30″	....	1° 37′ 15″
Février.....	14	1 38 0		
Mars.......	2	2 14 30	....	2 14 30
Avril.......	0	2 52 44	....	3 18 42
Mai........	0	3 44 39		

« Ces comparaisons, que Foster semble n'avoir pas
aperçues, présentent un résultat très-curieux. *Au lieu*
d'exercer une influence troublante (disturbing), *l'aurore,*
dans les régions arctiques, paraît exercer une influence
sédative sur l'aiguille[2]. »

Je ne sais vraiment par où commencer l'énumération



temps par le nombre de celles qu'on a aperçues, on n'a pas raisonné précisément comme celui qui soutiendrait qu'en plein jour il y a sur l'horizon moins d'étoiles que la nuit; car, au port Bowen, la nuit dure vingt-quatre heures entières dans les mois de janvier et de février, tandis que le soleil se couche à peine dans les mois d'avril et de mai. Si je passe ensuite au prétendu pouvoir sédatif, n'y verrons-nous pas une action aussi réelle que celle dont on contestait l'existence? Comment, en admettant ce pouvoir, n'a-t-on pas vu qu'on aurait, comme moi, à s'expliquer non-seulement avec M. Foster, qui nie positivement toute influence, mais encore avec la Société royale, puisque, suivant mon critique, elle a adopté l'opinion de l'habile navigateur? Les observations qu'attaque le savant écossais prétendent qu'un jour d'aurore, l'aiguille aimantée, à certaines heures de la journée, marque des déclinaisons très-différentes de celles qu'on trouve aux mêmes heures les jours où ce phénomène ne se montre point. Ces déclinaisons anomales sont tantôt plus grandes et tantôt plus petites que les déclinaisons ordinaires. Suivant mon critique, si je comprends bien son pouvoir sédatif, l'aiguille s'arrêterait dans la position où l'aurore l'aurait surprise, et les variations diurnes, ces jours-là, seraient constamment inférieures aux variations ordinaires; mais la perturbation, pour s'exercer toujours de cette manière, n'en existerait pas moins. C'était bien la peine, quand on devait arriver à ce résultat, d'intituler le Mémoire qui devait me critiquer : *De la Prétendue influence des aurores boréales*.

Au reste, le calcul que fait mon critique, et dont le

capitaine Foster, comme il a soin de le remarquer, ne s'était pas avisé, n'a aucun sens raisonnable. Voici comment j'essaierai de le prouver.

Je prendrai toutes les observations thermométriques faites au port Bowen. J'en déduirai les variations diurnes moyennes de la température pour les mois de janvier, février, mars et avril. Après les avoir rangés sur une colonne verticale, j'inscrirai en regard les nombres correspondants d'aurores boréales observées dans les mêmes mois. Alors je pourrai remarquer d'un coup d'œil qu'en janvier et février la variation diurne du thermomètre était très-petite, et qu'il y avait une aurore boréale de deux jours l'un; qu'en mars et avril, au contraire, la température changeait beaucoup dans les vingt-quatre heures, et que l'aurore boréale avait à peu près cessé. Qui m'empêcherait, si mon critique a raisonné juste, de soutenir à mon tour que l'aurore boréale a un pouvoir sédatif sur le thermomètre? Dans le cas où cette comparaison ne plairait pas au savant secrétaire de la Société d'Edinburgh, j'en trouverais aisément une autre : je dirais, par exemple, s'il le veut, qu'à Brest, en 1825, les marées de janvier et de février ont été plus petites que celles de mars et d'avril, à cause de l'action sédative que les aurores boréales des deux premiers mois ont exercée sur les eaux de l'Océan. Qui m'empêcherait de soutenir également qu'elles ont influé sur la hauteur du baromètre, et même, au besoin, sur la distance du soleil à la terre? J'entends mon critique se récrier et déclarer que tout ceci est absurde. Quant à moi, j'en conviendrai volontiers, mais lui doit y prendre garde, car il prononcerait ainsi sa propre con-

damnation. Qu'ai-je changé, en effet, à son raisonnement, si ce n'est de substituer les mots variations du thermomètre, variations des marées, variations du baromètre, variations de la distance du soleil, aux mots de variations diurnes de la déclinaison de l'aiguille aimantée? Mes résultats ne mériteraient ni plus ni moins de croyance que celui qu'il a présenté comme une découverte dont Foster avait eu la maladresse de réunir tous les éléments sans la faire.

La circonstance sur laquelle mon critique a fondé sa prétendue découverte n'appartient exclusivement ni au port Bowen, ni à l'année 1825. On l'observe en tout lieu et en tout temps. Qu'il y ait ou qu'il n'y ait pas d'aurore boréale, la variation diurne moyenne de l'aiguille aimantée est *constamment* plus petite dans les mois froids que dans les mois chauds. Les régions arctiques et les régions tempérées se ressemblent à cet égard parfaitement. Il n'est pas même nécessaire d'avoir recours aux moyennes mensuelles pour trouver ce résultat : dans nos climats, les observations journalières, considérées isolément, le font ressortir avec évidence. Les aurores boréales, phénomène accidentel, n'influent sur cette marche générale que pour la troubler quelquefois; mais comme elles dévient l'aiguille tantôt d'un côté et tantôt de l'autre, il reste à peine dans les moyennes mensuelles quelques traces de leur action. Ce sont là les premiers éléments de la question : tous les traités de physique en font foi. Par quelle étrange circonstance mon savant critique les ignore-t-il? Comment, en tout cas, n'a-t-il pas remarqué, dans son propre tableau, que les variations diurnes d'avril et de mai diffèrent beau-

coup entre elles, quoique le pouvoir sédatif n'ait dû agir ni l'un ni l'autre de ces mois? Comment, surtout, n'a-t-il point vu qu'un phénomène de tous les jours ne pouvait pas être attribué à une cause variable et accidentelle? Je concevrais, à toute rigueur, qu'on eût comparé la variation diurne des quatorze jours de janvier durant lesquels l'aurore se montra, aux variations diurnes des dix-sept jours du même mois sans aurore; mais attribuer à ce phénomène lumineux la différence des variations qu'on observe dans les mois de janvier et d'avril, c'est, à mes yeux, une telle méprise que je ne voudrais pas avoir à en répondre devant le public, même au prix de la plus belle découverte de mon critique. Quant à lui, comme il a parfaitement le sentiment de son propre mérite, il pourra se consoler en se rappelant qu'Homère sommeillait aussi quelquefois.

Du reste, je dois dire que je ne suis pas resté longtemps le seul observateur qui ait constaté l'influence des aurores boréales sur les aimants.

En 1824, dans son voyage à la baie d'Hudson, sur le [redacted]

›sse avaient exercée à Paris sur la position de l'aiguille
ntée. M. Hansteen m'a fait l'honneur de soumettre
: Note à un examen critique dont je vais reproduire les
cipaux traits.

'habile physicien de Christiania dit d'abord que ma
ırque sur l'action qu'exercent les aurores boréales
les lieux où elles ne se montrent pas, n'est pas entiè-
nt neuve (*is not entirely new*); il pense cependant
lle a un grand intérêt (*great interest*), parce qu'elle
tre que le météore, en cela fort différent de la pluie,
nnerre, etc., etc., n'est pas le résultat d'une action
'exercerait seulement sur une petite étendue de l'atmo-
re, mais bien l'effet d'un dérangement d'équilibre
le système tout entier des forces magnétiques du
e.

our prouver que ma remarque n'est pas entièrement
'e, l'auteur cite alors des observations faites le 5 avril
l par Celsius à Upsal, et par Graham à Londres.
ius aperçut, ce jour-là, une aurore boréale, pendant
son aiguille horizontale était dérangée; Graham vit
perturbation pareille à Londres, mais il ne fait men-
d'aucune aurore boréale [1].

Quand j'annonçai en 1825 que les aurores boréales agissent
'aiguille aimantée, même dans les lieux où elles ne se montrent
je m'abstins de rien affirmer sur la nouveauté de cette obser-
n, quoique je ne l'eusse point trouvée dans les nombreux
oires que j'avais consultés. En lisant les premières phrases de
it de M. Hansteen, je dus m'applaudir de ma réserve. J'avoue
e que je n'attachai d'abord aucune importance aux deux mots,
ely new, qu'on y trouve; je les regardai comme une simple
esse : il est clair, en effet, qu'une assertion de la nature de
que j'avais publiée ne peut pas être neuve à moitié; aussi

J'avais indiqué les jours où l'aiguille fut notablement dérangée à Paris en 1825, sans qu'on eût observé d'aurore boréale à Édinburgh; M. Hansteen a cherché dans ses journaux météorologiques si, plus au nord, à Christiania, ce météore ne se serait pas montré, et il trouve que :

j'étais bien résolu à me désister, à ce sujet, de toute espèce de prétention, à rendre une entière justice au premier auteur de la remarque, à ne présenter désormais mes observations qu'à titre de confirmation; mais en examinant bientôt après les preuves dont M. Hansteen appuie sa thèse, j'ai reconnu que je n'avais lésé les droits de personne et qu'il n'y a lieu de ma part à aucune réparation. L'observation faite à Londres par M. Graham est complétement insignifiante, puisque ce physicien ne dit pas s'il y avait ou s'il n'y avait pas d'aurore boréale visible; puisqu'il n'est pas prouvé qu'il ait cherché à s'en assurer; puisque tout annonce qu'il n'était pas instruit de la liaison de ce phénomène avec les mouvements de l'aiguille aimantée. En y réfléchissant, M. Hansteen me permettra d'ajouter, qu'alors même qu'on lirait tous ces détails dans la Note de M. Graham, on n'en pourrait tirer légitimement aucune conséquence relativement à l'action qu'exercent, suivant moi, les aurores boréales invisibles. Il est, en effet, bien établi, par une multitude d'observations, qu'une aurore qui se montre dans un lieu donné y laisse souvent l'aiguille aimantée dérangée, après qu'elle a cessé de luire : or, puisque le 5 avril 1741, l'aiguille était, dans le jour, considérablement affolée à Londres, tout doit porter à croire qu'il y avait alors sur l'horizon une aurore boréale que la lumière atmosphérique empêcha d'apercevoir, et dont les oscillations de l'aiguille, la nuit, furent la suite. Cette conjecture paraîtra d'autant plus naturelle qu'à Stockholm même Celsius n'aperçut, le 5 avril, à nuit close, que de faibles traces d'une aurore boréale qui finissait. Pour prouver sans réplique l'influence des aurores boréales invisibles, il faut donc qu'en un lieu donné, à Paris, si l'on veut, « un certain jour, le ciel étant parfaitement serein, l'aiguille aimantée ait marché régulièrement jusqu'à la nuit; qu'alors, et seulement alors, elle se soit notablement dérangée; que l'observateur ait cherché scrupuleusement et sans succès des traces de l'aurore boréale, et que dans une station située beaucoup plus au nord ce phénomène se soit montré. » La réunion de toutes ces circonstances a eu lieu si fréquemment pendant mes observations,

Le 13 [1] mars, le ciel était couvert : l'aurore ne pouvait donc pas être aperçue.

Les 30 et 31, le ciel était serein, et le journal ne signale cependant aucune aurore; mais la fenêtre par laquelle M. Hansteen observa l'état du ciel n'était pas du côté du nord. Près de Drontheim, où il y a un observateur, il tombait de la neige les 30 et 31 mars et le 1er avril.

Le 21 avril, ciel entièrement couvert à Christiania. (Je n'ai pas parlé du 21 avril; j'ignore à quel propos M. Hansteen le cite.)

Les 19 et 21 août, les circonstances atmosphériques n'auraient pas permis de voir une aurore boréale dans les lieux qu'habitent les correspondants de M. Hansteen.

Le 25 août [2], à onze heures quarante minutes, une aurore boréale se montrait à Christiania et à Hardenger. Le journal de M. Holmbœ porte que l'aurore brilla plusieurs fois dans les derniers jours du mois d'août; mais les vraies dates n'y sont pas. M. Hansteen pense qu'il est très-probable que ces dates sont les 21, 22 et 23 août; que dès lors on n'est pas obligé d'admettre avec M. Arago « qu'il

que je n'ai pas dû hésiter à soumettre aux physiciens le fait qui en découle, et dont M. Hansteen, par cette discussion, m'aura rendu le service de faire ressortir la nouveauté. Si, au lieu d'éclaircir la question à l'aide d'arguments puisés dans la nature même des choses, j'avais voulu me contenter de répondre à la critique du savant professeur norvégien, il m'aurait suffi de remarquer qu'en analysant dans son grand ouvrage les observations de Celsius et de Graham, il n'a fait aucune mention de la conséquence qu'il en a déduite depuis la publication de ma Note.

1. Je pense qu'il faut lire le 19. Je n'ai rien dit du 13 dans la Note des *Annales*.

2. N'est-ce pas le 26 qu'il faut lire?

[illegible] que les aurores bo-[illegible] magnétique [1]. »

[illegible] très-brillante à Chris-[illegible]

[illegible]

[illegible] boréale à Bergen.

[illegible] Christiania ; cependant le [illegible] aucune aurore. (Une [illegible])

[illegible] près de Bornéo en Lapo-[illegible] à neuf heures trois quarts du [illegible] 867 secondes, tandis que, ordi-[illegible] secondes. « Cette irrégu-[illegible] avec la variation [illegible] à Paris, montre [illegible] de très-grandes [illegible] et que les changements de direction [illegible] d'intensité [2]. »

1. [illegible] que la traduction du Mémoire de [illegible] dans le journal anglais [illegible] physicien nor-

CHAPITRE XI.

ACTION EXERCÉE PAR LES TREMBLEMENTS DE TERRE SUR L'AIGUILLE AIMANTÉE.

Quoique j'aie bien démontré l'influence exercée par les aurores boréales sur l'aiguille aimantée, je n'ai pas conclu de mes recherches que toutes les variations irrégulières que présenterait une boussole seraient dues à l'apparition d'une aurore sous une latitude quelconque. Bien loin de là, j'ai fait voir que les tremblements de terre produisaient des oscillations spéciales sur l'aiguille des variations diurnes.

Les journaux ont annoncé qu'un fort tremblement de terre s'est fait sentir, le 19 février 1822, en Auvergne, à Lyon et en Suisse. La secousse s'est étendue jusqu'à Paris; elle s'y est fait sentir le matin, à huit heures trois quarts (temps vrai), ou peu de minutes auparavant et sa direction coïncidait à fort peu près avec celle du méridien magnétique.

Voici l'extrait du registre des observations des variations diurnes de l'aiguille de déclinaison pour le 19 février 1822:

« A huit heures du matin, l'aiguille paraissait parfaitement tranquille, même sous le microscope.

« A huit heures un quart du matin, circonstances toutes

donc de durée alors même que l'intensité resterait constante. Ce n'est qu'après avoir corrigé cette durée des effets que les changements d'inclinaison produisent, qu'on peut en déduire les intensités correspondantes à diverses heures et à différents jours.

pareilles : l'extrémité nord s'est seulement rapprochée du méridien terrestre de quelques secondes.

« Huit heures et demie, l'aiguille est toujours fort tranquille. La marche de la pointe nord vers le méridien a cessé ; l'aiguille est maintenant au *minimum* de déclinaison.

« Huit heures trois quarts. Il n'y a point eu, à cette heure, d'observation proprement dite, ou, en d'autres termes, d'indication en nombre de la place du microscope ; mais voici ce que j'avais écrit sur le registre : « L'aiguille de la boussole est très-agitée. » J'ajouterai même que rien de semblable ne s'était présenté depuis que nous observons à Paris les variations diurnes. Les mouvements sont si grands que le microscope n'est pas nécessaire pour les observer ; on les aperçoit parfaitement à l'œil nu. La circonstance qui rend ce dérangement remarquable, c'est que « les oscillations de l'aiguille se font exclusivement dans le sens de la longueur. » Je ne vois qu'un tremblement de terre qui ait pu donner lieu à un mouvement de cette espèce ; encore faut-il qu'il ait été exactement dirigé dans le sens du méridien magnétique, c'est-à-dire, dans une ligne formant avec le méridien terrestre un angle de 22° 1/4.

« Neuf heures, aiguille très-tranquille. La pointe nord n'a encore retrogradé vers l'ouest que de 6″.

« Neuf heures trente minutes, aiguille tranquille. Le mouvement vers l'ouest se continue, comme à l'ordinaire, graduellement et sans secousse.

« Le sens dans lequel les oscillations s'exécutaient à huit heures trois quarts a permis de reconnaître que l'axe de

l'aiguille était alors dans une position exactement moyenne entre les deux déclinaisons, d'ailleurs si peu différentes, observées à huit heures et demie et à neuf heures. Si l'électricité, comme on le suppose assez généralement, joue un rôle dans les tremblements de terre, on voit du moins que, dans celui du 19 février, elle a été sans effet sur la déclinaison de l'aiguille aimantée. »

J'ai rédigé cette note à l'instant même où les grands mouvements de l'aiguille se manifestaient. Ayant appris depuis que la secousse avait été assez forte à Paris pour que des personnes couchées dans leurs lits l'eussent ressentie, il m'a paru curieux de rechercher si la marche de l'horloge sidérale de l'Observatoire n'en aurait pas été affectée. Mais la table que voici montrera qu'à cet égard le tremblement de terre a été absolument sans effet. Les oscillations du pendule se font dans le plan du méridien.

Avance diurne de la pendule sidérale à l'Observatoire.

Du 15 au 16 février..............	0ˢ.48
Du 16 au 17 —	0 .50
Du 17 au 18 —	0 .45
Du 18 au 19 —	0 .40
Du 19 au 20 —	0 .47
Du 21 au 22 —	0 .40

M. Gay m'a transmis de Valdivia, sur la côte occidentale de l'Amérique du Sud, quelques détails sur une perturbation que l'aiguille aimantée éprouva à l'époque du terrible tremblement de terre de février 1836. Cette perturbation ne s'est pas renouvelée pendant les nombreuses secousses, fort petites il est vrai, qu'on a ressenties depuis. M. Gay a fait, pendant une année entière, des observations

[illegible] de l'aiguille aimantée horizontale. [illegible] le phénomène n'a pas tout à fait la même [illegible] qu'en Europe. « Au lieu, dit-il, de deux mouvements [illegible] j'en ai toujours obtenu [illegible] l'est, l'autre au milieu de la journée [illegible] l'ouest, et l'autre le soir encore à l'est, ce dernier mouvement [illegible] le complément de celui du matin; les heures des maxima et des minima diffèrent un peu suivant les saisons, mais les anomalies sont tellement rares que je [illegible] comme permanent dans ces contrées. [illegible] des Cordillères serait-elle la cause principale de cette constante irrégularité? C'est ce que je ne puis [illegible] je compte vérifier dans un voyage que je ferai à Mendoza. »

CHAPITRE XII.

AURORES AUSTRALES.

[illegible] dans son ouvrage que personne avant Cook [illegible] n'avait parlé des aurores australes; ils observèrent [illegible] en 1773, par 58° à 60° de

[redacted]

voyageurs sous la forme d'un arc, il serait donc important de noter exactement les orientations des points d'intersection de cet arc avec l'horizon, et, à leur défaut, l'orientation du point le plus élevé. En Europe, ce point le plus élevé paraît toujours situé dans le méridien magnétique du lieu où se trouve l'observateur.

De nombreuses recherches, faites à Paris, ont prouvé, comme le démontrent tous les faits cités dans cette Notice, que toutes les aurores boréales, voire celles qui ne s'élèvent pas au-dessus de notre horizon et dont nous ne connaissons l'existence que par les relations des observateurs situés dans les régions polaires, altèrent fortement la déclinaison de l'aiguille aimantée, l'inclinaison et l'intensité. Qui oserait donc arguer du grand éloignement des aurores australes, pour affirmer qu'aucune d'elles ne peut porter du trouble dans le magnétisme de notre hémisphère? En tous cas, l'attention que les voyageurs mettront à tenir une note exacte de ces phénomènes, pourra répandre quelques lumières sur la question.

Il faudrait que, dans les observatoires, on fît constamment des observations assez rapprochées pour qu'aucune perturbation ne pût passer inaperçue.

Si ma mémoire ne me trompe pas, parmi les météorologistes qui ont déjà recueilli bon nombre de descriptions d'aurores polaires observées dans l'hémisphère sud, personne, avant M. Lafond, n'avait vu ces lueurs atmosphériques au nord du zénith par la faible latitude de 45°. Sans ajouter pour le moment à cette remarque plus d'importance qu'il ne faut, je dirai qu'à l'époque des observations de M. Lafond, l'aiguille aimantée horizontale des varia-

tions diurnes de l'Observatoire de Paris avait une marche très-irrégulière, et je placerai ici la relation que m'a envoyée ce navigateur.

« Le 14 janvier 1831, dit-il, étant par la latitude 45° sud et par la longitude du centre de la Nouvelle-Hollande, nous vîmes une aurore australe. Les aurores vues dans l'hémisphère nord ayant été appelées boréales par les savants, il est naturel de donner le nom d'australes à celles qui sont vues dans l'hémisphère sud. Le siècle dernier, et sur leur de grandes discussions sur ces phénomènes il y a eu cause...

« Le 14 janvier, dans la position où se trouvait le navire, le soleil s'était couché à sept heures trente minutes, mais la nuit se fit seulement à neuf heures, et même longtemps après une grande clarté existait à l'horizon, et à quelques degrés au-dessus, dans la partie la plus sud du globe, par rapport à nous. A minuit et demi, des rayons de lumière parurent dans la partie du nord-est; ils commençaient à 30° au-dessus de l'horizon, et se dirigeaient vers notre zénith. A une heure, ces rayons devinrent beaucoup plus lumineux et plus brillants, et s'étendirent davantage vers le nord. A deux heures, ils étaient dans leur plus grand éclat et embrassaient toute la partie du ciel comprise entre le nord-nord-est et le nord-ouest du compas, depuis 20° au-dessus de l'horizon jusqu'à 10° ou 15° au delà de notre zénith.

« Le temps était clair, le ciel dégarni de nuages, et le vent frais venait du sud-ouest.

« Les rayons de la lumière que nous apercevions étaient formés par un brouillard ou des nuages unis, un peu

opaques; elle était plus vive et plus forte dans les endroits où le brouillard semblait le plus épais; là elle avait une couleur rose obscur qui venait se fondre, dans les intervalles, à un blanc et à un jaune pâle.

« Ces rayons vacillaient parfois, et l'on pouvait alors croire entendre un bruissement, qui n'était cependant que l'effet de la vue de ce mouvement sur l'imagination. Dans d'autres instants, ces rayons se mouvaient plus lentement et ressemblaient aux ondulations d'une mer profonde; enfin, pour donner une idée juste de ce spectacle par une comparaison qui, quoique vraie, peut paraître peu digne d'un effet si majestueux et si grandiose, que l'on se figure un vase rempli d'eau, placé dans une cour formée par de hautes murailles; si le soleil, dans un beau jour, éclaire la partie de la cour où est placé le vase, son image est alors réfléchie par l'eau qu'il contient, sur la muraille qui est dans l'ombre. Si vous remuez le vase, le liquide, mis en mouvement, réfléchira successivement les rayons du soleil dans toutes sortes de directions.

« La clarté que ces rayons répandaient était assez vive pour qu'on pût lire avec facilité une impression très-petite. Pour m'en convaincre, je fis apporter un volume in-8° de Firmin Didot, et mes officiers et moi nous nous passâmes le livre à plusieurs fois, et nous en lûmes tous sans peine quelques lignes.

« A trois heures du matin, ces rayons lumineux disparurent peu à peu, et ils furent remplacés par la clarté du jour naissant, qui commençait déjà à paraître dans toute la partie de l'est-sud-est.

« Le 15 et le 16, nous vîmes ces mêmes aurores, mais

elles ne durèrent pas aussi longtemps et ne furent pas aussi brillantes que le premier jour. »

CHAPITRE XIII.

SUR UNE DISPOSITION DES NUAGES QUI REPRODUIT CELLE QU'AFFECTENT LES RAYONS LUMINEUX DES AURORES BORÉALES.

Le dimanche 24 juin 1844, vers huit heures trente minutes du soir, le ciel étant entièrement couvert, on vit se dessiner à Paris, du côté du sud, sur une couche presque uniforme de nuages, un arc, en apparence circulaire, sombre, régulier et très-étendu qui, cependant, ne se continuait ni vers l'orient, ni vers l'occident, jusqu'à l'horizon. Cet arc devint de plus en plus noir et de plus en plus défini. Un arc blanchâtre se forma bientôt le long de la bordure intérieure de l'arc sombre, mais non dans toute son étendue.

Au-dessus et au-dessous de ce phénomène, les nuages semblaient éprouver une agitation singulière.

Les deux arcs, noir et blanc, toujours contigus, s'élevèrent graduellement au-dessus de l'horizon. Vers neuf heures, ils atteignaient le zénith, après s'être notablement affaiblis. Ensuite, ils disparurent.

Le point culminant de l'arc parut être dans un plan vertical formant avec le méridien, vers l'est, un angle d'environ 20°. Dès que cette circulation eut donné au phénomène un caractère magnétique, M. Laugier observa de minute en minute la boussole des variations diurnes : elle n'éprouva aucune perturbation.

On aperçut, sur divers points de l'air, des traces de polorisation qui, évidemment, ne provenaient pas de la

lumière de la lune. Il reste à rechercher si la lumière crépusculaire n'en était pas la cause.

Je dois faire remarquer que les observations faites dans le Nord ont souvent montré que les nuages prenaient la forme et la position des aurores boréales.

CHAPITRE XIV.

INCERTITUDE DE LA POLARISATION DE LA LUMIÈRE DES AURORES BORÉALES.

En dirigeant sur la lumière des aurores boréales le polariscope à lunules que j'ai décrit en 1815, j'ai vu des traces de polarisation. Mais cette simple observation ne m'autorisait pas à dire que le mystérieux phénomène se manifestait à nos yeux par de la lumière réfléchie. C'est cette conclusion qu'un physicien, M. Baudrimont, crut pouvoir tirer de l'observation de la lumière d'une aurore boréale visible à Paris le 22 octobre 1839, à dix heures un quart du soir.

Pour que cette conclusion eût été légitime, il aurait fallu s'assurer que les rayons provenant de la lune, réfléchis et dès lors polarisés sur les molécules de l'atmosphère terrestre ; que ceux de ces rayons, disons-nous, qui se trouvaient inévitablement mêlés aux rayons de l'aurore dont on faisait l'analyse, n'étaient pas l'unique cause de la dissemblance des lunules observées dans mon polariscope ou des stries du polariscope Savart décrites par M. Baudrimont. Il aurait fallu aussi tenir compte des effets provenant des réflexions multiples que les rayons de l'aurore elle-même éprouvent dans l'atmosphère. Une détermina-

tion exacte du sens et l'intensité apparente de la polarisation dans divers azimuts, aurait pu trancher la difficulté; mais le temps manqua. Au surplus, les observations seront toujours plus décisives si elles n'ont pas été faites par le clair de lune. Il est présumable que les physiciens des expéditions scientifiques exécutées dans le Nord nous apporteront, sur ce point, quelque chose de décisif, puisque cette recherche leur fut spécialement recommandée par l'Académie au moment de leur départ.

J'ai fait remarquer, dans la lettre de M. Baudrimont, communiquée à l'Académie des Sciences, plusieurs passages qui ne sauraient se concilier avec les lois de la polorisation de la lumière, et, par exemple, une prétendue polarisation dans trois plans. Je supposais, au surplus, qu'il n'y avait, en réalité, dans les passages signalés, qu'une confusion apparente, qu'un simple manque de clarté.

M. Baudrimont a réclamé au sujet de mes remarques. M. Baudrimont trouve qu'elles « tendaient à faire croire qu'il a mal observé. » « J'ai dit, bien positivement, ajoute M. Baudrimont, que la lumière était polarisée dans trois plans qui allaient s'entre-couper en un même point... Peu m'importe que cela ne soit pas en harmonie avec les lois connues de la polarisation, etc., etc. »

Pouvais-je, moi qui aussi avais observé attentivement ce phénomène, me dispenser de faire remarquer que la lumière analysée était un composé de lumière de l'aurore et de la lumière, partiellement polarisée, qu'envoyaient en même temps à l'œil les régions de l'atmosphère éclairées par la lune et interposées entre l'aurore et l'observateur.

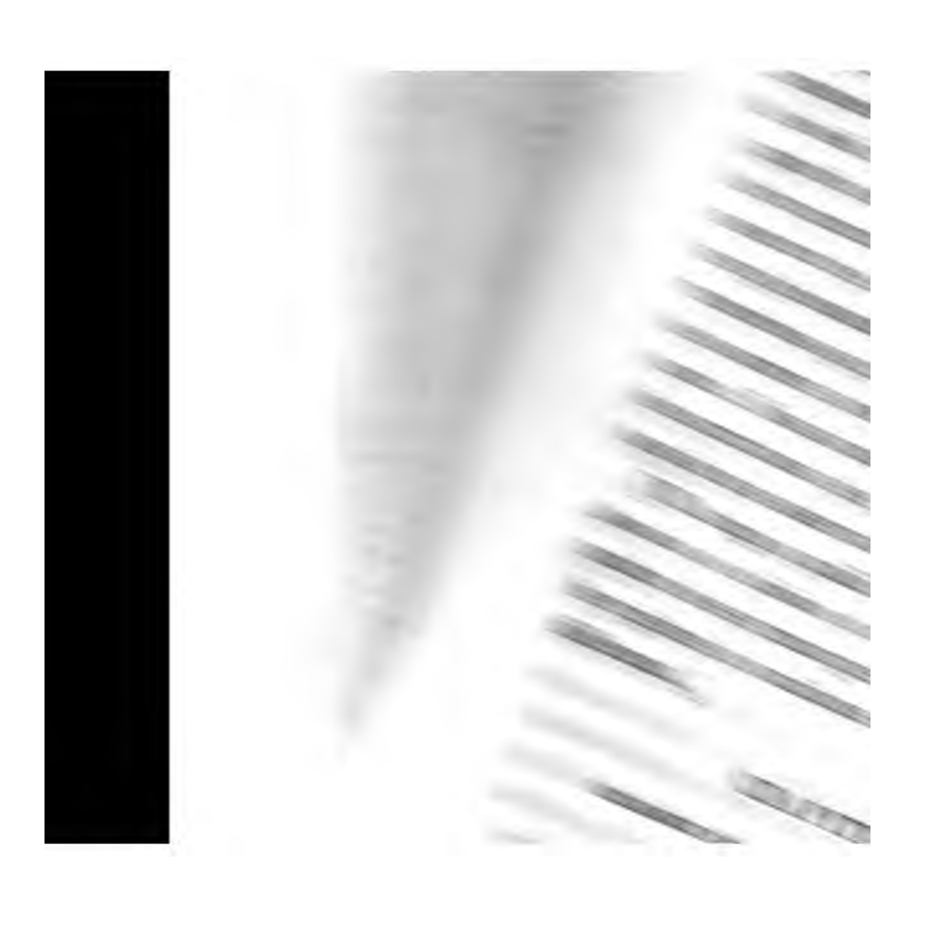
M. Baudrimont, qui paraissait n'avoir pas songé à cette circonstance importante, tirait de son observation, telle qu'il l'avait donnée, une conséquence évidemment illégitime. Il disait de la lumière de l'aurore qu'elle était polarisée; et, cependant, répétons-le encore, ce qu'il avait analysé avec le polariscope, qu'on me passe l'expression, n'était pas un corps simple, n'était pas la seule lumière de l'aurore, mais bien un mélange de cette lumière et d'une lumière atmosphérique qui étant, elle, polarisée, pouvait être l'unique cause des phénomènes observés. Si M. Baudrimont venait un jour nous dire que dans un ciel à peu près serein, la lumière des nuages isolés est polarisée, je lui demanderais de même, avec toute raison, comment il est parvenu à séparer cette lumière de celle des couches atmosphériques comprises entre le nuage et l'œil.

M. Baudrimont croit à une polarisation dans deux plans rectangulaires, lorsque pendant le mouvement de la rotation du polariscope, il lui est arrivé de voir, l'une après l'autre, deux séries de bandes qui, si elles existaient simultanément, se couperaient rectangulairement. Il faut donc que je dise à M. Baudrimont que les rayons polarisés dans un seul plan, donnent précisément ce même phénomène. C'est là un des principes élémentaires de l'optique à l'égard desquels il n'est permis à personne de dire : Peu m'importe.

CHAPITRE XV.

DE L'UTILITÉ DES CATALOGUES D'AURORES BORÉALES.

Mairan a prouvé que les aurores boréales ne sont pas toujours également fréquentes, et qu'on est quelquefois de



à Londres, à Paris et au château du maréchal duc de Raguse, à Châtillon-sur-Seine, une action remarquable dont nous avons parlé avec détail (chap. VIII, p. 565).

§ 2. — Année 1819.

1er février, minuit trente minutes. — Quoique le ciel soit couvert, on aperçoit entre quelques nuages, dans la direction du nord, des blancheurs fort vives qui annoncent d'une manière évidente l'existence d'une aurore boréale. Les oscillations de la boussole s'élèvent jusqu'à 10′ 36″.

Comme nous l'avons dit dans la Notice sur le magnétisme terrestre (chap. X, p. 495), nos observations de variations diurnes ayant été interrompues jusqu'en février 1820, nous ne pouvons que citer pour cette époque les observations d'aurores boréales venues à notre connaissance.

Le 15 octobre. — Aurore boréale observée dans le Suffolk.

Le 17 octobre, vers huit heures cinquante minutes du soir. — Aurore boréale assez brillante, observée à Seathwaite, dans le Cumberland et dans les environs de Londres. Cette aurore avait augmenté, le matin du 17 octobre, d'environ 15′ la déclinaison de l'aiguille aimantée.

Le même jour, vers huit heures du soir, on a observé à Newton-Stewart (Angleterre), un phénomène lumineux qui, d'après la description, était évidemment une aurore boréale.

Je trouve, dans les observations publiées par le colonel Beaufoy, que, le même jour, la boussole de variations, en Angleterre, était fort éloignée de sa position habituelle.

large et irrégulier s'étendant du nord par l'ouest, *round by ouest to* S.-S.-E. ??

11 janvier, à huit heures du matin. — Des jets (*corruscations*) de l'aurore passaient avec une inconcevable rapidité de l'ouest-nord-ouest à l'est-sud-est.

Le 14 janvier, M. Howard, à Stratford (Angleterre), a observé, entre onze heures et minuit, une aurore boréale brillante : elle était entre le nord-ouest et le nord.

Le capitaine Parry indique ensuite :

5 janvier, la seule aurore très-brillante observée durant le voyage. — Au moment de l'apparition, les jambes de l'arc étaient nord et sud; l'arc passait un peu à l'est du zénith.

Le 3 février à six heures après midi, faible aurore du sud au sud-sud-ouest; à Paris, variations de 2′ 39″.

Le 8 février au soir, aurore assez vive à plusieurs reprises; à Paris, variations de 5′ 27″.

Le 10 février, à six heures un quart après midi, le capitaine Parry voit un arc s'étendant du sud-est au nord-est par nord. (Cette aurore a duré longtemps et était assez brillante.) A Paris, variations de 9′ 12″.

A Paris, le 9 février, à huit heures du soir, des éclairs brillent fréquemment au sud; l'ouest est chargé de nuages noirs et épais : le reste du ciel est très-beau. A neuf heures le ciel se couvre dans tous les sens; les éclairs sont moins fréquents, mais ils paraissent plus intenses. A dix heures, les éclairs ont cessé; le sud, l'ouest et le nord sont chargés de nuages noirs et épais qui ne s'élèvent guère au-dessus de 30°. Depuis neuf heures et demie on aperçoit au nord-

[illegible]

[illegible]

[redacted]

nent la date; mais l'aiguille de la bous-
Observatoire ayant été considérablement
position ordinaire durant toute la journée
re, je serais assez disposé à admettre que
ent ce jour-là que l'apparition de l'aurore
lieu à Pétersbourg. Les variations de la
Paris ont été de 23′ 33″.

r aperçut une aurore boréale en Angleterre,
du 4 au 5 décembre 1820. (*Voir* son *Traité*
ges.) A Paris, les variations de la boussole
7′ 20″.

§ 4. — Année 1821.

21, quoique le 24, le 25 et le 26 janvier; le 4
février; le 1er, le 13, le 26 et le 30 mars; le
le 12 et le 19 mai; le 22 juin; le 6 et le 14 juil-
ait eu des oscillations anomales, je ne connais
observations d'aurores boréales.

capitaine Parry a observé une aurore boréale dans
du 15 août dans la baie d'Hudson. Il était alors
° 28′ de latitude nord et par 50° 18′ de longitude
de Greenwich. On voyait plusieurs nuages lumineux
; leur ensemble formait un arc dirigé du sud-sud-est
uest-sud-ouest. Les jets lumineux qui partaient des
es montaient jusqu'au zénith; ils étaient quelquefois
teinte orange très-foncée. A Paris, les oscillations
aiguille de déclinaison ont été de 16′ 78″.

25 novembre, il y a eu à Paris des oscillations
′ 17″, mais nous ne trouvons nulle part d'indication
aurore boréale.

Le 29 décembre, vers minuit, le capitaine Lyon vit dans la baie d'Hudson une brillante aurore boréale en forme d'arc, située au sud, et dirigée de l'est à l'ouest. A Paris, l'aiguille de déclinaison n'a varié que de 2' 30".

§ 3. — Années 1822 et 1823.

Le 13 février 1822, vers huit heures du soir, sir George Mackensie, voyageant entre Nairn et Inverness (Écosse), vit dans le nord un arc lumineux de 3 ou 4° de largeur, qui embrassait une étendue d'environ 60°. On apercevait aussi les traces d'un arc plus large, moins intense, concentrique au précédent, mais d'un plus grand diamètre. Tout resta dans cet état durant quelque temps; ensuite une vive lumière se montra subitement à l'est. Parcourant rapidement l'espace occupé par le phénomène, elle offrit les apparences fantastiques, ces vagues lumineuses qui s'observent toujours dans les aurores boréales brillantes. On assure que les sommets des arcs étaient directement sous la polaire. Cette circonstance serait fort remarquable si elle résultait de mesures prises avec un instrument.

A onze heures du soir, quand M. Mackensie cessa ses observations, on voyait encore deux arcs lumineux concentriques.

Les aurores boréales sont devenues maintenant très-rares: celle dont on vient de lire la description est même la seule dont il soit fait mention dans les journaux scientifiques de 1822. Je n'ai point appris qu'elle ait été vue en France; mais son effet sur l'aiguille aimantée a été

ısible dans la soirée du 13 février, surtout vers ·ures du soir. Le lendemain 14, la marche des isons diurnes fut de même assez régulière pour loive supposer que le phénomène du 13 se renou- ıns la soirée.

variations diurnes se sont élevées à Paris à 4′ 50″. 19 février, il s'est manifesté à huit heures quarante- ıinutes un mouvement tel, que je n'en ai jamais vu ıreil depuis que j'observe la boussole. L'aiguille ıit très-rapidement, et ses mouvements, si considé- s qu'on les voyait à l'œil nu, se faisaient principa- nt du nord au sud, c'est-à-dire dans la direction ıtudinale de l'aiguille. Je ne vois qu'un tremblement ɪrre qui ait pu déranger l'aiguille de cette manière.

e 15 avril 1822, vers dix heures et demie du soir, ıpitaine Scoresby, dont le bâtiment était par 65° de ude nord et 5° de longitude ouest de Greenwich, rçut une aurore boréale. Elle commença vers le nord, eva graduellement au zénith, et s'étendit jusqu'au sud formant un arc continu. Une espèce de couronne ɪuit alors au zénith; sa lumière était aussi brillante e celle de la pleine lune; il en partait avec une extrême pidité des rayons de diverses couleurs : les teintes les us remarquables étaient le bleu, le vert et le rouge. Paris, les variations se sont élevées à 14′ 53″.

Le 13 juillet, il y avait à neuf heures quarante-cinq ıinutes, dans la direction du méridien magnétique, et ırès de l'horizon, une lueur qui m'a paru beaucoup plus vive que le crépuscule ne pouvait l'être à cette heure. Quelques nuages peu élevés étaient sensiblement colorés

Dans la matinée du 9 septembre on vit, dans les environs d'Edinburgh, une brillante aurore boréale (journal de Brewster, juillet 1825, p. 55). A Paris, la variation diurne s'éleva à 19′ 57″.

Le même jour, vers minuit, on observa une aurore boréale très-brillante, mais de courte durée, dans la baie d'Hudson; on y voyait toutes les couleurs prismatiques (capitaine Lyon, p. 91).

Le 29 septembre, une brillante aurore boréale fut observée près de la baie d'Hudson, par le capitaine Lyon, dans la nuit (page 134). A Paris, les oscillations n'eurent pour amplitude que 4′ 41″, mais elles furent très-fréquentes.

Le capitaine Parry signale une aurore boréale *in the Morning* du 17 novembre, à 45° environ au-dessus de l'horizon au port de Bowen. Dans la matinée veut dire sûrement après minuit. Cette aurore avait beaucoup dérangé l'aiguille de Paris dans la nuit du 16 au 17, car la variation s'éleva, avec de nombreuses oscillations, à 25′ 25″.

Le 25 novembre, à port Bowen, par 88° 54′ de longitude ouest de Greenwich, 73° 13′ de latitude nord, le capitaine Parry signale une aurore boréale au sud, dans la nuit, formant des arcs faibles. A Paris, la variation s'élève à 4′ 41″.

Le 26 novembre, le même observateur aperçut à deux heures après minuit une aurore boréale formant un arc irrégulier dirigé du S.-S.-E. au N.-O. par N. L'arc était quelquefois très-brillant et il en partait des rayons qui se dirigeaient vers le zénith. A Paris, la variation a été de 6′ 52″.

Le 27 novembre, Parry signale encore une aurore boréale faible dirigée de l'E.-S.-E. au N.-N.-O. A sept heures du matin, à Paris, la variation est 3′ 17″.

Le 1er décembre, Parry voit une faible aurore boréale dans la matinée. A Paris, la variation est de 15′ 17″.

Le 8 décembre, le temps était serein au port Bowen; aucune aurore boréale n'est cependant indiquée à la date du 8 dans le journal du capitaine Parry, quoique mes registres donnent une variation de 10′ 27″.

Le 16 décembre, à sept heures du matin, on voyait au port Bowen une aurore boréale qui s'étendait de l'E.-S.-E. à l'O.-S.-O.; Parry ne dit pas qu'elle fût forte. A Paris, la variation fut de 2′ 58″.

Les 20, 21, 22, 23 et 24, Parry aperçut souvent des aurores boréales, plusieurs furent brillantes et disposées en arcs bien terminés, d'où des rayons partaient vers le zénith; d'autres se présentèrent sous la forme de nuages lumineux détachés. A Paris, la variation fut de 5′ 8″.

Le 28 et dans la matinée du 29, le ciel était couvert au port Bowen; ainsi il ne fut pas possible d'y voir l'aurore boréale qui a pu occasionner le dérangement de l'aiguille observé à Paris dans la matinée du 29 et qui donna une variation de 7′ 29″.

Le 31 décembre, la variation fut à Paris de 7′ 1″, mais le ciel était couvert au port Bowen.

§ 7. — Année 1825.

Les aurores boréales ne s'aperçoivent plus guère maintenant sous la latitude de Paris. On sait cependant, depuis

les voyages des capitaines Parry et Franklin, que dans les régions arctiques, il y en a, presque tous les soirs, des traces plus ou moins vives. On s'était donc trop hâté d'annoncer d'une manière absolue que ce phénomène est aujourd'hui beaucoup moins fréquent que par le passé; tout ce qu'on a le droit d'affirmer, c'est qu'il ne s'élève pas autant, et qu'il n'atteint que fort rarement les limites de notre horizon. Au reste, les zones, les arcs, les jets lumineux, dont les aurores boréales se composent, alors même qu'ils ne sont pas visibles dans un lieu donné, y exercent une influence manifeste sur la position de l'aiguille aimantée. Les journaux des deux célèbres navigateurs que je viens de nommer, comparés à nos registres d'observations magnétiques, ne laisseront pas à cet égard l'ombre d'un doute. Cette singulière connexion mérite certainement d'être étudiée sous toutes ses faces; mais il faudra peut-être des recherches assidues, continuées pendant un grand nombre d'années, avant qu'on puisse en saisir tous les détails. Aussi doit-on beaucoup s'applaudir de voir des observateurs exacts, MM. Coldstream et Foggo, placés à Leith, en Écosse, vers la limite que les aurores boréales ne dépassent presque plus, tenir une note exacte de tous ceux de ces phénomènes qui se montrent sur leur horizon. Ces observations nous aideront à compléter celles que nous pouvons constater autrement.

Le 6 janvier le ciel était clair au port Bowen; aucune aurore boréale n'est indiquée pour ce jour-là dans les registres imprimés du capitaine Parry, quoique la variation s'élève à Paris à 11′ 32″.

Le 7 janvier, au port Bowen, une aurore boréale bril-

[illegible]

Le journal du capitaine Parry ne parle pas d'aurore boréale à la date du 4 mars; le ciel était clair, cependant, au port Bowen. A Paris, variation de 8′ 53″.

A Paris, le 6 mars, la variation s'élevait à 11′ 32″, mais le ciel était trouble, le 6, au port Bowen.

Le 9 mars, au port Bowen, brillante aurore boréale dans la nuit au sud-ouest. A Paris, variation de 7′ 22″.

Au port Bowen, les 12, 13 et 14 de mars, on aperçut dans la matinée l'aurore boréale sous la forme d'une bande de lumière parallèle à l'horizon, à 45° de hauteur, et entre l'ouest-nord-ouest et le sud-ouest. A Paris, la variation s'élève à 11′ 4″.

Le 19 mars, le ciel était trouble au port Bowen. (Parry.) Mais à Leith, le ciel était serein, le vent soufflait au sud avec force, lorsque, sur les huit heures du soir, on aperçut vers le nord, à l'horizon, la lueur qui est le premier indice d'une aurore boréale. Cette lumière augmenta d'intensité jusqu'à neuf heures et demie; ensuite, des jets ascendants très-intenses commencèrent subitement à se montrer; mais ils ne dépassèrent pas le 65ᵉ degré de hauteur. Leur teinte habituelle était blanche ou jaunâtre; on en voyait toutefois, par moments, de bleus et de verts. Un peu avant dix heures, le phénomène devint encore plus intéressant : un arc formé d'une lumière blanche resplendissante prit naissance vers l'ouest, s'éleva graduellement, atteignit le zénith, le dépassa, et alla se terminer du côté de l'est. Au zénith, il avait une largeur d'environ 7°; mais à 5° ou 6° de hauteur, limites au-dessous desquelles on n'en voyait plus de traces, il se terminait presque en pointe. Cet arc fut stationnaire et parfaitement continu pendant une heure

Peut-on supposer cependant que ce météore a cessé tout à coup de se montrer? Mon aiguille semble dire le contraire.

Je signalerai aussi le 26 juillet, où j'ai eu une variation de 34′ 46″; je n'ai pas appris qu'on ait observé une aurore boréale durant cette journée.

Le 17 août, à dix heures du soir, MM. Coldstream et Foggo aperçurent de faibles traces d'une aurore boréale.

Je soupçonne que c'était la fin d'une aurore boréale de jour. Je trouve en effet que le matin du 17, de huit heures et demie à midi, la déclinaison fut constamment d'environ 5′ supérieure à la moyenne du mois pour les mêmes heures, tandis que, le soir, l'aiguille était revenue à sa position ordinaire. L'amplitude totale de la variation est de 12′ 10″.

Dans ce même mois d'août, la nuit du 21, la matinée du 22, la nuit du 26, celle surtout du 29 ont offert de fortes anomalies dans la marche de l'aiguille. Toutes ces nuits-là le ciel était, je crois, couvert à Leith. Si, par un temps serein, des observateurs situés plus au nord, n'ont pas vu d'aurore boréale, par exemple, dans la nuit du 29 août, nous serons forcé d'admettre qu'il existe d'autres causes, encore inconnues, qui exercent sur la marche de l'aiguille aimantée une influence considérable. Mais dans les derniers jours d'août, on vit des aurores boréales en Norvége, et M. Hansteen croit que leurs vraies dates sont le 21 et le 22.

En outre, le 26 août, à onze heures quarante minutes, on apèrçut une aurore boréale à Christiania.

Le 10 septembre, une très-belle aurore boréale fut

observée vers les dix heures du soir, à Leith. A dix heures, le 10 septembre, l'aiguille horizontale à Paris était à 10' de sa position moyenne. L'amplitude totale de la variation est de 15' 17".

Le même jour, on a vu une brillante aurore boréale à Christiania, d'après M. Hansteen.

Le 15 septembre, détroit de Davis, latitude 69° 1/2, au sud-est, nuage lumineux à 5 ou 6° au-dessus de l'horizon. Il en partait des jets lumineux dirigés vers le zénith. Les nuits suivantes, l'aurore se montra avec les mêmes caractères, au sud-ouest, à l'ouest et vers l'est (Parry, p. 170). A Paris, variation de 10' 36".

Le 20 septembre, le capitaine Parry vit un arc lumineux passant par le zénith et dirigé du sud-est au nord-ouest; il paraissait peu élevé, sa lumière était si vive qu'il jetait sur le bâtiment les ombres des corps opaques. A Paris, variation de 9' 49".

Le 24 septembre, par 58° 1/2 de latitude et 44° 1/2 de longitude, le capitaine Parry annonce des masses lumineuses à l'est, couleur jaune de soufre. A neuf heures du soir, la lumière s'éleva en une bande étroite jusqu'au zénith, qu'elle dépassa bientôt pour atteindre l'horizon opposé; des jets de lumière se succédèrent ensuite avec une inconcevable rapidité. Le phénomène dura trois quarts d'heure; la lumière qu'il répandait fut souvent aussi vive que celle de la pleine lune; quelques parties étaient verdâtres. A Paris, variation de 9' 3".

Le 5 octobre, le capitaine Parry rapporte que le ciel est couvert, mais tout autant éclairé que par la pleine lune. A Paris, variation de 11' 42".

Le 7 octobre, dans la soirée. — Aurore boréale peu remarquable à Leith. (L'observateur de Paris était absent.)

A Leith, le 3 novembre. — Aurore boréale à onze heures du soir.

La pointe nord de l'aiguille des variations diurnes, à Paris, était, le 3 novembre à dix heures du soir, de 9′ à l'orient de sa position moyenne. La variation totale a été de 15′ 8″.

Le même jour, M. Hansteen signale une aurore boréale à Bergen en Norvége.

Leith, le 4 novembre, dans la soirée. — Jets de lumière très-vifs et très-nombreux; mais ils restèrent visibles pendant peu de minutes, et ne furent ni précédés ni suivis de la clarté diffuse voisine de l'horizon, qui accompagne ordinairement ce météore.

L'aiguille horizontale de l'Observatoire de Paris éprouva, le 4 novembre, des mouvements brusques assez considérables et fort irréguliers, depuis neuf heures du matin jusqu'à deux heures de l'après-midi; le soir, elle était à peu près revenue à sa position moyenne. La variation totale fut de 9′ 31″. Les jets remarqués par les observateurs écossais étaient donc, suivant toute apparence, les dernières lueurs d'une aurore boréale de jour.

Leith, le 22 novembre. — Très-belle aurore boréale, visible pendant trois heures, malgré l'éclat que la lune répandait dans l'atmosphère. Les jets lumineux s'élevèrent jusqu'au zénith.

L'aiguille des variations diurnes commença à sortir de ses limites habituelles le 22 novembre, à onze heures du soir. Le lendemain 23, à huit heures du matin, son extré-

mité nord se trouvait à l'occident de sa position moyenne de plus de 3'. Le reste de la journée, sa marche fut très-irrégulière. La variation diurne totale s'éleva à 6' 24".

Le même jour, M. Farquharson vit une belle aurore boréale dans l'Aberdeenshire. Il était alors dix heures et demie du soir. (*Trans.* 1829. p. 106.)

§ 8. — Année 1826.

Dans le cahier de décembre 1826 des *Annales de chimie et de physique* (2e série, t. XXXIII, p. 421), j'insérai la note suivante dont je ne modifie les termes qu'en ce qui touche la rudesse de ma réponse à mes critiques :

« On a vu un arc lumineux provenant d'une aurore boréale, à Carlisle et dans le Roxburgshire, le 29 avril 1826 ; ce phénomène n'a pas été aperçu à Gosport, quoique le ciel y fût serein.

« A Paris, le 29 avril, à sept heures cinquante minutes du soir, la pointe nord de l'aiguille des variations diurnes était de quatre minutes à l'est de sa position ordinaire ; à huit heures et demie, elle s'était rapprochée de l'ouest par un mouvement prompt ; à onze heures et demie, elle avait repris, à une demi-minute près, la position de huit heures et demie. Une longue expérience m'a appris que ces grandes oscillations, à des heures où l'aiguille est presque toujours stationnaire, sont un indice à peu près assuré de l'existence d'une aurore boréale. Aussi, malgré toute la peine que l'on s'est donnée pour faire douter de ce résultat, dont, au reste, je suis moi-même très-éloigné de contester la singularité, je me hasarde à annoncer qu'on aura aperçu

dans le nord, de brillantes aurores boréales : ...vier 1826; les 10 et 13 février; dans la ...mars; le matin et le soir du 23; le 29 mars; ...vril; dans la nuit du 17 au 18 du même ...etc., etc.

...juger de l'exactitude de ces annonces, mes ...t pas la patience d'attendre le retour des ...u Nord, je les engagerai à consulter, dès ce ...pêcheurs de baleines ou les savants qui obser... ...ord de l'Écosse. Ils rendront ainsi à la science ...us réel qu'en écrivant de fort lourdes plai... ...la délicatesse éthérée de l'aiguille dont je me

...bre 1827, grâce à la complaisance de Dalton, ...ncer qu'une aurore boréale, comme je l'avais ...s'était montrée dans le nord de l'Angleterre, ...s 1826. La lettre de cet illustre chimiste est ...ssante pour que je puisse me dispenser de l'in... ...n entier :

Mon cher ami,

...ais que vous prenez intérêt à tout ce qui regarde ...rologie; je vous envoie en conséquence le résultat ...echerche que j'ai faite dernièrement sur la hauteur ...rores boréales.

...n a vu une aurore boréale très-remarquable dans le ...e l'Angleterre et de l'Écosse, le 29 mars 1826, entre ...t dix heures du soir. Elle avait la forme de l'arc-en-...t embrassait dans le firmament l'espace compris entre ...ent et l'occident magnétiques. Cet arc resta presque

complétement stationnaire pendant près d'une heure : son mouvement, dans le sens nord-sud, du moins, était tout à fait insensible.

« L'arc fut aperçu sur divers points d'une ligne qui n'a pas moins de 170 milles anglais d'étendue dans la direction du méridien magnétique : entre autres, à Manchester et à Edinburgh. A l'extrémité méridionale de cette ligne, le point culminant de l'arc était placé dans le méridien magnétique, du côté du nord, et à une hauteur angulaire de 60° au-dessus de l'horizon. A l'extrémité septentrionale, on trouva que le point culminant, situé aussi dans le méridien magnétique, se trouvait à 55° de hauteur, mais du côté du sud. Dans quelques villes intermédiaires, les observateurs virent l'arc au zénith, dans d'autres il était au nord ou au sud de ce point, suivant la latitude du lieu.

« D'après toutes ces données, j'ai trouvé que la hauteur verticale de l'arc était de 100 milles anglais (environ 33 lieues) ; sa largeur de 8 à 9 milles (3 lieues) ; son étendue visible, de l'est à l'ouest, au delà de 500 milles (167 lieues).

« Manchester, le 22 novembre 1827. »

Je n'ai pas du reste, je l'avoue, reçu la confirmation de toutes mes annonces. Mais en compulsant les journaux scientifiques et d'après ma correspondance, j'ai pu dresser la liste suivante d'aurores boréales et la rapprocher de mes observations.

Le 5 janvier, une aurore boréale a été vue à Kœnigsberg, en Prusse, dans la nuit (lettre de M. Kupffer).

Cette aurore a été vue aussi à Leith, dès sept heures du

quelques éclaircies. M. Coldstream
ussi un arc large et très-lumineux à
le sud (*Edinb. Journ. of science*,
Variation à Paris, 9′ 31″.
ne aurore boréale est signalée à Leith,
deux heures du matin (*Edinb. journ.*
190). A Paris, l'amplitude de la varia-
2″.
on indique une aurore boréale à Leith,
dinb. journ. of sci., tome v).
pas plutôt le 10 que l'aurore se montra?
de ma boussole de déclinaison ont été fré-
nplitude totale de la variation s'est élevée à
main 11, la variation n'a été que 4′ 41″.
n a vu plus haut les détails que Dalton m'a
urore boréale de ce jour. A Paris, la variation
à 29′.

§ 9. — Année 1827.

nvier, M. Marshal a vu à Kendal, en Angle-
e brillante aurore boréale.
janvier, la marche de l'aiguille des variations
, à Paris, fut très-irrégulière. Déjà, à deux heures
idi, la pointe nord était plus occidentale qu'à l'or-
, de 4′ 1/2; la déviation se maintint dans le même
squ'à sept heures et demie; mais à onze heures cinq
es la déclinaison était, au contraire, de 3′ 1/2 plus
e que les jours précédents. La variation diurne s'éleva
′ 46″.

L'aiguille d'inclinaison fit aussi des oscillations irrégulières; la variation s'éleva à 5'.9.

Le ciel était complétement couvert.

Le 13 ou le 18 janvier, vers six heures du soir, on aperçut à Gosport (Angleterre) un arc lumineux placé du côté du nord et dans le méridien magnétique. Il augmenta graduellement d'amplitude et d'éclat; sa base, après neuf heures et demie, sous-tendait plus de 90°. Des colonnes de lumière d'un rouge pâle émanaient successivement des différents points de l'arc où des accumulations momentanées et considérables de la matière lumineuse s'étaient d'abord formées; plusieurs de ces colonnes montèrent jusqu'à 48° de hauteur. Le phénomène était encore visible, à travers les interstices des nuages, à onze heures et demie du soir. On n'aperçut rien les jours suivants.

Je trouve les deux dates (13 et 18) dans le même numéro du *Philosophical Magazine*, d'où j'ai tiré ce qui précède. Si la première date est exacte, l'aurore n'a pas agi sensiblement sur l'aiguille aimantée de Paris; s'il faut lire le 18, comme je le suppose, l'action a été très-grande, et le dérangement, contre l'habitude, a porté d'abord l'extrémité nord de l'aiguille vers l'ouest. A six heures et demie du soir, la déclinaison était de 3' plus grande qu'à l'ordinaire; à six heures trois quarts, elle s'était encore accrue de 1' 1/2; à onze heures trois quarts, au contraire, je la trouvai de 14' plus petite que les jours précédents, mais en cinq minutes, c'est-à-dire de onze heures quarante-cinq minutes à onze heures cinquante minutes, l'aiguille marcha à l'ouest de vingt et une minutes. Le ciel était serein.

Les autres jours du mois de janvier 1827, dans lesquels

l'aiguille aimantée a été sensiblement dérangée, sont: le jeudi 4 (dans la matinée et vers midi surtout); le jeudi 25, toute la soirée depuis six heures; le mardi 30, dans la soirée. Pour cette dernière date je trouve que le docteur Fielder a vu une aurore boréale en Norvége. La variation de la déclinaison fut à Paris de 12′ 47″, celle de l'inclinaison s'éleva à 11′.1.

Le 17 février, à huit heures du soir, dit M. Burney, une lumière brillante se montra dans le nord, à Gosport, elle occupait 20° de chaque côté du méridien magnétique. Des colonnes lumineuses partirent verticalement de temps à autre de quelques nuages qui se formaient çà et là. A onze heures, une averse de neige cacha subitement le phénomène.

Le 17 février, l'aiguille de déclinaison n'offrit rien d'extraordinaire à Paris, ni dans la matinée, ni dans l'après-midi, du moins jusqu'à une heure un quart: alors la pointe nord se trouvait de cinq minutes à l'orient de sa position habituelle, et la variation s'éleva à 9′ 12″. Le ciel était serein.

En février, il a dû y avoir des aurores boréales; le samedi 3, depuis midi; le dimanche 4, surtout dans la matinée; le dimanche 18, dans la soirée; le lundi 19, vers midi.

L'aiguille n'a pas éprouvé de grandes perturbations en mars. Le 8, au soir; le 9, au matin; le 13, à neuf heures un quart du soir; le 22, vers midi, et le 30, à neuf heures et demie du soir, sont les seuls instants où elle se soit trouvée à 2 ou 3 minutes de sa position habituelle.

Je ne doute pas que les observateurs du Nord n'aient aperçu plusieurs aurores boréales dans le mois d'avril. Les

jours où l'aiguille a été le plus dérangée sont : le 5 vers midi : le 6, le 7, le 22 et le 24. On a vu aussi des déviations sensibles le 12 et le 13.

Si je pensais qu'il fût utile de continuer cette énumération, je dirais encore qu'il a existé des aurores boréales les 2 et 16 mai, mais je vais revenir à ceux de ces phénomènes dont j'ai eu connaissance.

Le 27 août, dans la soirée, on a aperçu une aurore boréale à Perth, au nord de l'Écosse. Les jets de lumière étaient très-rapides : ils couvrirent un moment presque tout le ciel.

Dans la soirée du même jour, une aurore boréale a été observée à New-York, à Washington, etc., etc.

A Paris, le 27 août, je trouvai la pointe nord de l'aiguille de 10′ plus à l'occident que dans sa position ordinaire, à une heure six minutes de l'après-midi : elle éprouvait de plus des oscillations irrégulières. Le soir, à neuf heures et demie, la déclinaison, au contraire, était plus petite que les jours précédents à pareille heure, d'environ 8′ ; le ciel était très-nuageux. La variation diurne de la déclinaison s'éleva à 27′ 8″.

Le 28 août, pendant la soirée, une aurore boréale fut aperçue dans le Roxburghshire.

Une brillante aurore boréale a été également observée aux États-Unis dans la soirée de ce jour. Au lever du soleil on la voyait encore. A dix heures du soir on y remarquait deux arcs concentriques.

A Paris, le 28 août, à une heure après midi, la déclinaison de l'aiguille surpassait de 6′ la moyenne des jours précédents. Le soir, on n'observa malheureusement qu'une

fois : il était alors onze heures, et la déclinaison parut de 3′ plus petite qu'à l'ordinaire. Le lendemain matin 29, à neuf heures, la pointe nord se trouvait à l'occident de la position habituelle de 12′. A neuf heures trois quarts, cette déviation s'était encore accrue de 4′, et l'aiguille n'était plus stationnaire : elle oscillait dans des arcs de plus de 8′. Le soir, tout était rentré dans l'ordre.

L'aiguille verticale éprouva les mêmes influences ; l'inclinaison, durant la matinée du 29, était supérieure de près de 6′ à celle de la veille et du lendemain. Il y eut aussi dans l'intensité une variation de 5ˢ sur la durée de 300 oscillations.

Des aurores boréales ont été observées dans une très-grande partie des États-Unis d'Amérique, pendant les nuits du lundi 27, du mardi 28, du mercredi 29 et du vendredi 31 août 1827.

Voici quelques extraits de la description de ces phénomènes qu'un observateur de New-York a donnée dans *le Commercial Advertiser :*

Le lundi 27 août, quelques minutes après le coucher de la lune, la région boréale du ciel commença à devenir brillante : on aurait dit qu'un grand incendie l'éclairait. Bientôt on aperçut un arc lumineux peu élevé au-dessus de l'horizon, et au centre duquel l'étoile polaire correspondait. Un nuage épais semblait remplir tout l'intérieur de l'arc ; des taches brillantes se formèrent de temps à autre sur divers points de son contour ; un grand nombre de colonnes lumineuses en jaillirent, et éprouvèrent un mouvement horizontal fort rapide, dirigé de l'est à l'ouest. A une autre époque de la nuit, les colonnes de lumière verticale paru-

rent complétement stationnaires. Le phénomène durait encore quand le soleil se leva.

On vient de voir que cette même boréale fut observée à Perth en Écosse, et qu'elle dérangea notablement l'aiguille aimantée de Paris.

Le 28 août, à neuf heures et demie du soir, il y avait au nord deux arcs concentriques, distants l'un de l'autre de quelques degrés. L'étoile polaire était dans le plan vertical de leurs points culminants. L'arc supérieur s'éleva graduellement au-dessus de l'horizon de New-York, atteignit le zénith, où il parut stationnaire quelque temps, le dépassa ensuite vers onze heures, se brisa et disparut. Des colonnes de lumière verticale, douées d'un mouvement de translation assez rapide qui les transportait de l'est à l'ouest, se montrèrent plusieurs fois sous ce grand arc.

L'intérieur de l'arc le moins élevé était, comme la veille, le siége d'une épaisse vapeur. A onze heures, un gros nuage noir, poussé par un vent du nord-ouest, passa sur le contour lumineux. L'observateur prétend que le nuage et l'arc s'influençaient réciproquement, qu'ils semblaient très-agités dans celles de leurs parties qui s'étaient rapprochées. A onze heures, un nombre considérable de colonnes de lumière semblaient jaillir de divers points de l'arc. Tout l'hémisphère enfin, jusqu'à l'étoile polaire, se couvrait, de temps à autre, d'une lumière très-vive semblable à celle que répandent les éclairs désignés par les météorologistes sous le nom d'*éclairs de chaleur.*

Nous avons constaté tout à l'heure que cette aurore a été vue en Angleterre, et qu'elle troubla sensiblement à

Paris la marche de l'aiguille horizontale et celle de l'aiguille d'inclinaison.

Dans la journée du mercredi 29, l'auteur de la relation dont je viens de donner l'analyse, remarqua un grand arc de vapeur qui s'étendait du sud-ouest au nord-est. Il dit que, pendant plusieurs jours, les nuages se disposèrent, presque constamment, en grandes traînées qui joignaient des points opposés de l'horizon. Suivant lui, cette brillante aurore boréale ne fut accompagnée d'aucun bruit. Il est même persuadé que jamais ce bruit n'existe. Mais voici maintenant ce qu'on trouve, à ce sujet, dans le n° 1, volume XIV, avril 1828, de *l'American Journal of Science :*

A Rochester, pendant les aurores d'août 1827, on a entendu, dit-on, distinctement des détonations (*reports*) semblables à celles qui résultent de la décharge d'une batterie électrique. L'observateur du comté de Saint-Laurent assure aussi avoir entendu des détonations du même genre, surtout pendant que les colonnes lumineuses étaient le plus agitées. Les physiciens de New-Haven et du collége de Yale parlent également du bruit que faisait l'aurore.

Au milieu de ces relations contradictoires, on ne sait quelle opinion adopter. Je sens bien que le fait positif d'avoir entendu semble devoir annuler les faits négatifs; mais comment expliquer que MM. les capitaines Parry et Francklin, hivernant pour ainsi dire dans le foyer même des aurores, n'aient jamais rien entendu?

Le samedi, 8 septembre, mon confrère de l'Académie, M. Héron de Villefosse, a vu une aurore boréale à Saint-Cloud, à huit heures et demie du soir, dans la

direction du nord-ouest ; le ciel était serein et la lune brillante.

Le 8 septembre on remarqua à Paris, dès midi, u rangement très notable de l'aiguille des variations diu La pointe nord se trouvait alors de 13′ à l'occident position ordinaire. A une heure dix-neuf minutes, la naison surpassait de 19′ celle qu'on avait observ pareille heure les jours précédents. Toute la journée guille parut très-agitée, et la cause perturbatrice toujours l'extrémité nord à l'occident. Ce ne fut q soir, à neuf heures et un quart, qu'on observa déviation de 8 minutes en sens contraire, c'est-à-dire l'orient.

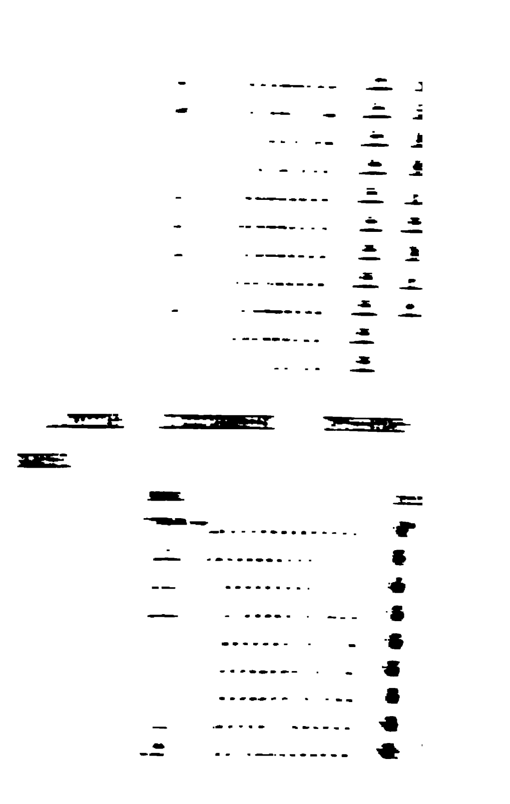
Les personnes qui doutent encore de l'influence qu' cent les aurores boréales, changeront certainement nion quand elles verront la série tout entière des o vations faites à Paris le 8 septembre :

Heures.		Déclinaisons.
7h 16m	....	22° 9′ 2″.8
midi	....	22 33 59 .5
midi 20	....	22 33 12 .7
midi 30	....	22 35 42 .4
midi 40	....	22 35 39 .6
midi 45	....	22 35 39 .6
midi 50	....	22 37 31 .8
midi 53	....	22 39 5 .3
midi 57	....	22 39 33 .8
1h m	....	22 40 15 .4
1 4	....	22 38 55 .9
1 7	....	22 38 37 .2
1 11	....	22 39 38 .1
1 14	....	22 38 4 .6
1 16	....	22 38 18 .6
1 19	....	22 40 38 .9

Heures.		Déclinaisons.
1h 22m	....	22° 39′ 33″.4
1 24	....	22 40 43 .6
1 28	....	22 40 15 .5
1 31	....	22 40 10 .8
1 35	....	22 39 47 .4
1 37	....	22 38 41 .9
1 40	....	22 37 33 .9
1 43	....	22 36 23 .8
1 45	....	22 36 19 .1
1 50	....	22 34 36 .2
1 55	....	22 32 1 .9
1 57	....	22 32 34 .6
2 0	....	22 31 38 .9
2 4	....	22 29 51 .3
2 8	....	22 30 5 .6
2 12	....	22 29 14 .7
2 15	....	22 17 41 .2
2 20	....	22 18 18 .6
2 25	....	22 17 22 .5
2 30	....	22 14 10 .7
2 35	....	22 14 43 .5
2 40	....	22 15 20 .9
2 45	....	22 14 15 .4
2 50	....	22 14 52 .8
2 56	....	22 17 56 .5
3 0	....	22 18 56 .0
3 4	....	22 19 24 .1
3 7	....	22 20 1 .5
3 11.5	....	22 21 7 .0
3 13	....	22 22 3 .0
3 15	....	22 22 54 .5
3 19	....	22 21 7 .0
3 24	....	22 22 54 .5

uille n'oscille presque pas; à chaque changement
it quitter sa position sans revenir ensuite en sens
e.

Heures.		Déclinaisons.
3h 28m	....	22° 21′ 55″.9
3 33	....	22 21 8 .1



ıt de cercle parfaitement tranché, qui s'éleva gra-
nent jusqu'à 20° de hauteur. Au-delà, le ciel resta
·t dans la zone bleue circulaire; on aperçut, de
à autre, des jets d'une faible lumière blanchâtre. Le
ntre neuf et dix heures, on vit une aurore boréale
rillante. L'auteur inconnu de cette observation ne
pas, en conséquence, que l'arc et les jets lumineux
ıtin n'eussent une connexion intime avec le phéno-
observé le soir. (*Journal de l'Institution royale*,
er 1828, p. 489.)

:tte aurore du 9 septembre a été vue par M. Far-
.rson, dans l'Aberdeenshire, à onze heures du soir.
ınsac. phil., 1829, p. 107.)

'aiguille des variations diurnes fut très-notablement
ıngée à Paris, le matin et le soir du 9 septembre, et
si dans l'après-midi. Entre une heure trente minutes et
x heures, par exemple, la déclinaison diminua de près
7′; à six heures un quart, elle était d'environ 12′ plus
ite qu'à l'ordinaire.

L'amplitude de la variation diurne de déclinaison s'est
vée à 21′ 50″, et celle de l'inclinaison à 2′.

Le 25 septembre, l'aiguille qui, toute la journée,
avait rien offert de particulier, ayant éprouvé à neuf
ures et demie du soir un dérangement très-sensible,
soupçonnai qu'il y aurait quelque part une aurore
oréale. J'aperçus bientôt, en effet, des nuages lumineux
ispersés çà et là, entre le N.-N.-O. et le N.-E.; ils
'étaient pas toujours également vifs; quelquefois ils
emblaient s'allumer; un instant après ils disparaissaient
otalement. Ces lumières éparses se réunirent une fois, et

[illegible] un arc continu, [illegible] le point culmin[illegible] [illegible] une vingtain[illegible] [illegible] très-pr[illegible] [illegible]

[illegible] au Havre; à Os[illegible] [illegible] en Suisse: à Gos[illegible] [illegible] en Danemark et en Suè[illegible] [illegible] Brunswick, au[illegible] [illegible] l'aurore con[illegible] [illegible] qu'elle aurait e[illegible] [illegible] le zénith. M. [illegible] à peine une ne lui a[illegible] [illegible] distinctement q[illegible] [illegible]

[illegible] rapporte que l'arc [illegible] était situé au sud, e[illegible] [illegible] l'horizon sud n'é[illegible] [illegible] lumineuses s'éleva[illegible]



on savant confrère m'a remis à ce sujet la note sui-
e :

J'allais d'Arras à Doulens, à peu près dans la direction est à l'ouest. Le météore était devant moi, un peu à ma e, par conséquent ouest-nord-ouest. Le soir, vers neuf es, le ciel était nuageux, et j'aperçus quelques points neux que j'ai cru être des éclairs. Vers dix heures, el devenu serein, put laisser apercevoir le météore, je reconnus bientôt pour être une aurore boréale. 0 ou 15° au-dessus de l'horizon, je voyais une ère blanche assez vive qui s'étendait assez loin sur le le de l'horizon. Au-dessus de cette lumière était comme nappe d'un rouge purpurin brillant, qui variait d'in-té quand elle était faible. Il paraissait exister deux rs lumineux qui, s'étendant, finissaient par se réunir renant une teinte purpurine d'autant plus vive qu'ils nt plus complétement confondus. Alors, au bas de izon s'élevaient trois ou quatre faisceaux lumineux e couleur plus dorée, et qui avaient l'air de diviser mière rouge; les rayons s'effaçaient, ainsi que la e purpurine, qui peu à peu reprenait sa première nsité et s'effaçait après avoir été traversée par de nou-x rayons. Ces rayons s'élevaient dans le ciel au-us de l'horizon jusqu'à 30 ou 36°. Le phénomène a jusqu'à onze heures trois quarts. Je n'ai rien vu ssi beau dans le ciel : c'était magnifique. La lumière che de l'horizon a duré plus longtemps, et éclairait si que, comme il n'y avait pas de lune, les postillons et conducteurs disaient qu'ils ne comprenaient rien à ce ls croyaient être un incendie.

« En montant la côte de Doulens, le ciel était d'une pureté et d'une beauté ravissantes.

« L'horizon vers le nord-ouest éclairé d'une lueur incertaine qui effaçait un peu les étoiles, contrastait magnifiquement avec l'éclat des constellations de l'est. Orion surtout était admirable. »

Le 25 septembre, l'aiguille des variations diurnes à l'Observatoire de Paris avait marché régulièrement depuis le matin jusqu'à huit heures du soir, ensuite elle s'est dérangée. A neuf heures, je trouvai pour la déclinaison 7' de moins que les jours précédents; dix minutes plus tard, l'aiguille avait marché à l'ouest de 7'. Un mouvement oriental succéda à celui-là, de telle sorte qu'à dix heures un quart la pointe nord s'était rapprochée du méridien terrestre de 11'. Ensuite la déclinaison s'accrut de nouveau progressivement; à dix heures et demie, elle surpassait de 12' la déclinaison que j'avais observée à dix heures et un quart.

Les observations de la boussole verticale n'offrent

chester et en Roxburghshire, une brillante aurore boréale.

A Paris, le 6 octobre, l'aiguille des variations diurnes n'avait rien offert dans sa marche durant tout le jour qui méritât d'être particulièrement remarqué. Ce ne fut qu'à huit heures du soir qu'une diminution sensible dans la déclinaison, montra qu'il serait utile de multiplier les observations. Je commençai, en effet, à marquer la position de l'aiguille toutes les cinq minutes, et je continuai au-delà de onze heures. Les déplacements étaient excessivement irréguliers; l'observation toutefois ne présentait pas de difficulté, car l'aiguille oscillait à peine. A huit heures, la déclinaison était plus petite qu'à l'ordinaire; à dix heures vingt minutes, elle s'était accrue de 8′; cinq minutes après, elle avait diminué de la même quantité. A dix heures trente-cinq minutes, je trouvai une déclinaison de 18′ plus petite qu'à l'ordinaire; ensuite elle augmenta et diminua à plusieurs reprises, mais sans jamais atteindre, dans ses augmentations, aux valeurs des jours précédents.

A onze heures douze minutes, au moment de la moindre déclinaison, sa diminution anomale était de plus de 20′.

L'aiguille d'inclinaison éprouva aussi des déplacements sensibles, le 6 octobre, entre huit et dix heures vingt-quatre minutes. Les observations que je fis sur les oscillations d'une aiguille horizontale, convenablement corrigées de l'effet des changements d'inclinaison, ont prouvé que l'intensité magnétique varie aussi pendant les aurores boréales.

En effet, les observations du soir comparées avec celles du matin ont montré qu'il y a, dans l'intensité observée

avec une aiguille horizontale, des changements qui ne tiennent pas à une variation d'inclinaison. Nous avons trouvé :

Heures.	Durée de 300 oscillations.	Température.	Inclinaisons.
$8^h 55^m$ m.....	$11^m 50^s 33$	18°.9	68° 34'.2
6 0 s.....	11 50.11	19.9	68 35.0
7 54 s.....	11 50.23.	19.8	68 36.5

Le premier nombre ($11^m 50^s.33$), soit à cause de la température, soit à cause de l'inclinaison, devrait être plus petit que le troisième ($11^m 50^s.23$). Par le seul fait de l'inclinaison, la différence serait de $0^s.63$: elle est de $0^s.10$ en sens contraire.

Si l'on admet que l'aiguille a une force coercitive imparfaite, le changement d'inclinaison observé entre huit heures cinquante-cinq minutes du matin et sept heures cinquante-quatre minutes du soir, serait moindre que le changement réel, et la conclusion se trouverait vraie *à fortiori*.

L'aiguille horizontale ne commença à se déranger, le 6 octobre, qu'à la nuit; le ciel était parfaitement serein, mais la lune était très-brillante et l'horizon dans la direction nord-ouest était un peu vaporeux. Pendant toute la soirée, je cherchai vainement à découvrir des traces de l'aurore boréale, et cependant, en Angleterre, on a cité celle de ce jour-là comme ayant été très-brillante.

Sans ces trois circonstances réunies, ainsi que je l'ai déjà expliqué, je ne pourrais pas déduire légitimement des observations précédentes la conséquence que l'aurore vue de Manchester, quoiqu'elle soit restée au-dessous de l'horizon de Paris, y a dérangé l'aiguille.

-e 17 octobre, M. Burney a vu à Gosport une faible -re boréale.

-e 17 octobre, l'aiguille horizontale des variations -nes, à Paris, commença à offrir quelques légères ano- -es, entre une heure et deux heures de l'après-midi; - le soir, à neuf heures cinquante minutes, le dérange- -t devint énorme : la déclinaison était alors plus petite les jours précédents, à pareille heure, de 24′. Entre - heures cinquante minutes et dix heures quarante- - minutes, elle augmenta ensuite de 19′. L'amplitude -le de la variation diurne s'éleva à 36′ 10″, et celle de -clinaison à 2′.1.

-'apprends, par les journaux anglais, qu'on a aperçu aurores boréales dans le Roxburghshire, le 18 et le novembre. Suivant M. Burney, celle du 18, la moins -le des deux, ne s'éleva pas à plus de 5° au-dessus de -rizon de Gosport.

-e 18, l'aiguille des variations diurnes fut troublée à -is, surtout dans l'après-midi. Le 19, à onze heures du -, la déclinaison était plus petite que les jours précé- -ts à la même heure, de 8′.

Les recueils scientifiques n'ont encore annoncé aucune -ore boréale pour le mois de décembre 1827; je me -arde cependant à prédire, d'après les indications de -iguille aimantée, que les observateurs en auront aperçu -rs le nord, le samedi 29 et le dimanche 30.

§ 10. — Année 1828.

Les 18, 19 et 20 janvier, une aurore boréale a été vue

à Franklin, à Hartwick, à Albany et à Auburn (
Unis).

L'aiguille horizontale a été considérablement d
à Paris, les 17 et 18 janvier, et un peu dans la
du 19. Les variations diurnes de déclinaison s'éle
10′ 25″, 16′ 13″ et 4′ 50″.

Les 3 et 19 février, des aurores boréales furent
observées aux États-Unis, à Utica.

Le 3, l'aiguille n'a été observée à Paris qu'une s
dans la soirée : ainsi on ne saurait dire si elle a
quelque dérangement. La variation diurne fut de

Le 19, on n'a observé qu'une perturbation trè
(variation de 6′ 14″); mais le 20, elle a été,
maximum, de près de 20′ et très-variable; l'a
totale de la variation diurne de la déclinaison s'est
36′ 19″.

Les 11 et 12 avril, des aurores ont été vues à I
(États-Unis). Rien, à Paris, n'a annoncé ces phé
qui probablement ont été très-faibles.

[redacted]



ı peu dérangée à Paris; les variations diurnes de la ıaison ont été, durant ces journées, de 7′ 29″ et de ›1″.

ějà, à midi, le 5 juillet, le dérangement parut mani- ; mais, contrairement à ce qui arrive ordinairement .ant les perturbations de jour, la déclinaison était sen- ment trop petite. Le soir, à neuf heures trois quarts, je vai aussi la déclinaison plus petite qu'à pareille heure ours suivants et les jours précédents; mais, le soir, emps d'aurore boréale, c'est ainsi que la perturbation eu habituellement.

'ai appris du reste que, le 5 juillet, l'aurore boréale s vue à Albany, à Dutchess, Lowville, Saint-Laurent, a (États-Unis).

e 14 août, une aurore a été encore vue à Clinton ats-Unis).

e 14 août, à dix heures et demie, la déclinaison à Paris t notablement plus petite qu'à pareille heure les jours cédents.

Le 16 août il parut une belle aurore à Cambridge, wville, Utica. Pendant quelque temps on aperçut un arc plendissant.

Le 16 août la déclinaison à Paris fut notablement plus nde qu'à l'ordinaire, le matin et à midi, tandis que le ', au contraire, elle était de plusieurs minutes plus ite. L'amplitude de la variation s'éleva à 17′ 9″.

e 8 septembre, à Saint-Laurent, la moitié du ciel était ırée par des jets très-lumineux qui s'élevaient presque qu'au zénith.

e 8 septembre, l'aiguille commença à se déranger dans

l'après-midi; et, comme c'est l'ordinaire à cette épo
jour, la perturbation avait rendu la déclinaison tr
Le soir, au contraire et suivant une loi qui est aussi g
générale, cette déclinaison était trop petite, tandis
lendemain matin elle était encore redevenue de
grande que de coutume. La variation diurne mont
23′ 23″.

Le 12 septembre, à Utica, on vit encore une au
marche de l'aiguille à Paris, dans la soirée du 12,
senta rien qui dût en faire soupçonner l'existence.

Le 15 septembre, vers neuf heures du soir,
de lumière partit à Edinburgh de la région occid
de l'horizon, s'éleva vers le zénith, et forma bientôt
d'une grande beauté. En le dessinant sur un glob
trouva que la trace horizontale du plan de l'arc étai
pendiculaire à celle du méridien magnétique. A
heures dix-sept minutes, l'arc passait par le zénith d
burgh. Il avait une marche lente et graduelle vers le
ses parties les moins élevées étaient les plus brillantes
[redacted]



Le lundi 15 septembre, l'aiguille des variations diurnes n'a présenté, à Paris, aucun dérangement bien digne de remarque. Le lundi précédent (8 septembre), au contraire, elle avait beaucoup dépassé ses positions habituelles, comme on vient de le voir. Il pourrait être utile de rechercher s'il ne se serait pas glissé ici une erreur de date.

Le 26 septembre une aurore a été vue à Albany, Auburn, Lowville, Clinton, etc.

Le 26 septembre, à dix heures du soir, la déclinaison de l'aiguille, à Paris, était de 9′ plus petite qu'à l'ordinaire. La variation diurne fut de 16′ 31″.

Le 27 septembre une aurore signalée à Cambridge (États-Unis) n'a été annoncée par rien, à Paris; la variation ne fut que de 7′ 47″.

MM. Kater et Moll rapportent qu'ils aperçurent, le 29 septembre, à huit heures trente-cinq minutes de temps moyen, une zone lumineuse qui s'étendait de l'est-nord-est jusqu'à l'ouest, tirant un peu vers le sud. Ses pieds touchaient l'horizon des deux côtés; sa lumière était blanche, à très-peu près uniforme, et d'une intensité bien supérieure à celle de la voie lactée; sa largeur leur parut être de 3° 45′. Les bords étaient parfaitement terminés et aussi lumineux que le centre; les étoiles se voyaient distinctement à travers.

La hauteur de la partie la plus élevée de l'arc était de 72°. En rapprochant ce résultat de celui qui donne la position de ces points de rencontre avec l'horizon, M. Kater trouve que le plan de cet arc était perpendiculaire au méridien magnétique, et qu'il formait avec l'horizon un angle égal à l'inclinaison de l'aiguille aimantée. A huit

heures quarante-deux minutes, temps moyen, la lumière commença à s'affaiblir du côté de l'est, et à neuf heures vingt-deux minutes on n'en voyait plus aucune trace. Pendant la durée de son apparition, l'arc fut très-tranquille ; il n'en partit aucun jet. Le temps était superbe ; le vent soufflait du sud-est. Chesfield Lodge, où ces observations ont été faites, se trouve par 51° 56′ de latitude, et par 43ˢ de longitude en temps à l'ouest de Greenwich.

Ce même phénomène du 29 septembre a été décrit par M. T. Forster de Boreham en Essex, comme une apparition de la lumière zodiacale. Aux approches de huit heures, cet observateur ne vit pas l'arc tout entier; sa lumière n'était sensible que depuis l'horizon ouest jusqu'au zénith, ou un tant soit peu au delà ; le reste de l'arc s'apercevait à peine. A huit heures et demie, la bande lumineuse commençait brusquement vers l'ouest sud-ouest tirant vers le sud, à une hauteur de 5° au-dessus de l'horizon, et se prolongeait jusqu'à 5° du zénith, en sorte qu'au total elle n'avait encore que 90° d'étendue. (A la même heure M. Kater voyait l'arc tout entier.) M. Forster dit que la teinte était rougeâtre et extrêmement vive. (M. Kater décrit la lumière comme tout à fait blanche.) Il aperçut, dans le nord, quelques jets d'aurore boréale; tout avait disparu à neuf heures. Quelle a dû être la cause, je ne dis pas de la différence de position, mais de la différence de forme de la bande lumineuse dans deux lieux si peu éloignés?

Les journaux anglais contiennent une troisième description, datée de Gosport. Là l'observateur (M. Burney je suppose) vit un petit segment lumineux vers le nord ma-

tique, à sept heures du soir; la hauteur s'accrut gra-
llement; à neuf heures, elle était de 26°. Les extrémités
segment correspondaient à l'ouest un peu nord et au
l-est un peu nord. Il en jaillissait des colonnes lumi-
ses, presque perpendiculaires à l'horizon, et qui mon-
nt jusqu'à 35° : on en compta quarante dans l'espace
quarante minutes. Elles étaient ou légèrement jaunâtres
l'un rouge très-vif. Une masse de lumière se détacha,
tous les points, du segment en question à huit heures
quart; cinq minutes après, elle formait un arc très-
ılier de 4° 1/2 de largeur, ayant le point culminant à
le hauteur. Ses jambes sur l'horizon étaient à l'ouest
ıt un peu vers le sud, et à l'est nord-est. La partie
ıtale disparut à huit heures cinquante minutes. De
s colonnes lumineuses (*streamers*) jaillissaient alors
inuellement de la branche occidentale. Cette branche
lentale cessa d'être visible elle-même à neuf heures
minutes; cependant on apercevait encore quelques
:es près de l'horizon. Quant au segment lumineux d'où
s'était détaché, on le vit jusqu'à dix heures. M. Bur-
aperçut de faibles lueurs de l'aurore boréale dans les
: soirées suivantes, c'est-à-dire, le 30 septembre et le
ctobre.

Je laisse aux physiciens à expliquer comment M. Bur-
aperçut tant de jets, tant de courants lumineux (*strea-
s*) à l'heure même où M. Kater n'en voyait aucune
e.)

ı Lynn-Regis, M. Utting vit qu'à huit heures le centre
l'arc lumineux passait juste par α de l'Aigle. La plus
nde hauteur était de 56°, dans un plan formant avec le

méridien un angle de 25°; ainsi le point culminant se trouvait vers le sud-sud-est. M. Utting pense que l'arc avait 2 ou 3° de large à l'époque de son plus grand éclat; à la fin, suivant lui, il acquit jusqu'à 8 ou 10°. Il fixe l'époque de sa disparition à neuf heures. (*Ann. of Philosophy*, nov. 1828).

Le même phénomène fut observé, près de Londres, depuis six heures du soir jusqu'à minuit. A six heures, l'aurore se montra d'abord au nord-ouest, sous la forme d'un segment de cercle très-brillant, appuyé sur l'horizon. Elle disparut à six heures et demie après s'être élevée jusqu'à 12° de hauteur. A sept heures, l'aurore apparut de nouveau; son maximum d'intensité se trouvait alors au nord magnétique; des colonnes de lumière en jaillissaient perpendiculairement et montaient jusqu'à 20°. A huit heures et un quart, tout s'était évanoui de nouveau; mais à dix heures, l'aurore redevint visible. De nombreuses colonnes de lumière s'élevaient de la base.

L'auteur inconnu de la relation d'où ce qui précède est extrait, pense que les disparitions successives de l'aurore doivent être attribuées à l'existence d'un courant supérieur venant du nord-ouest; mais il ne dit pas comment ce courant pouvait produire un tel effet. Il remarque, en outre, qu'un vent violent du nord-est souffla dans la soirée et dans la nuit. (*Philos. Mag.*, janv. 1829, p. 77.)

La même aurore a été observée, à Plymouth, par M. George Harvey. A huit heures dix minutes, il voyait à l'ouest-sud-ouest une colonne de lumière de 20° de long, élevée d'environ 20° et ayant 1° de large; cinq minutes après, cette colonne s'était déjà considérablement accrue: elle croisait le méridien à 10° du zénith vers le sud. A huit

heures vingt-sept minutes, elle atteignait presque l'horizon vers l'est; alors l'arc avait 4° de large; ses deux bords étaient parallèles et bien terminés; son plan, sauf quelques inflexions visibles seulement dans les parties les plus basses, était perpendiculaire au méridien magnétique, et formait avec l'horizon un angle égal à l'inclinaison de l'aiguille aimantée. La partie occidentale parut toujours de beaucoup la plus brillante. Partout la lumière fut tranquille : seulement, à huit heures quarante-huit minutes, un petit tremblement s'aperçut près des Pléiades.

Pendant toute la durée du phénomène, les 90° de l'horizon compris entre le nord et l'ouest, étaient éclairés d'une forte lumière semblable à celle des brillants crépuscules qui annoncent le lever du soleil dans les belles matinées d'été. (*The Edinb. Journ. of Science*, n° 19, p. 146.)

M. Davis Gilbert, président de la Société royale, a vu l'arc du 29 septembre, près de Penzance, sur les huit heures du soir. Son plan était perpendiculaire au méridien magnétique et sa lumière parfaitement tranquille.

A Dublin, où le même phénomène a été observé, le point culminant se trouvait, dit-on, à sept heures et demie, de 10° au sud du zénith.

Aux États-Unis, le même jour, on a vu des jets brillants à Albany, Cambridge, Saint-Laurent, Utica, Lowville, et on signala également un arc lumineux.

Le 29 septembre, à six heures trois quarts de l'après-midi, la déclinaison marquée par l'aiguille des variations diurnes, était inférieure de plus de 7′ à celle des jours précédents à la même heure. A dix heures vingt-cinq minutes, le dérangement accidentel s'était élevé à 12′,

toujours dans le même sens; la variation diurne fut de 20′ 44″.

Le 30 septembre, jour où M. Burney observa aussi une aurore à Plymouth, l'aiguille fut très-dérangée toute la journée. A huit heures trois quarts du matin, par exemple, la déclinaison surpassait de plus de 20′ celle des jours précédents et suivants : la variation fut de 17′ 9″. Cette aurore a été vue à Dutchess (États-Unis).

Le 3 octobre, une aurore boréale, vue à Cayuga, n'a rien occasionné de remarquable dans la marche de l'aiguille à Paris. La variation ne fut que de 6′ 33″.

Le 8 octobre, on a aperçu une brillante aurore à Albany et à Dutchess. A minuit, on voyait un arc de 5° de large, placé perpendiculairement au méridien magnétique, et qui s'élevait de 10° au-dessus de l'horizon.

Le 8 octobre, l'aiguille horizontale a été fort dérangée à Paris, et la variation s'éleva à 11′ 23″.

Le 11 octobre, une aurore a été vue à Hartwick.

Dans la soirée du 11, l'aiguille horizontale, à Paris, ne fut observée qu'à dix heures un quart : alors elle occupait sa place ordinaire.

« Le lundi (*monday*) 15 octobre 1828, on aperçut, à Perth, dans la soirée, une brillante aurore boréale. Ensuite, quelques minutes avant neuf heures, un pinceau de lumière très-vive commença à se montrer à l'horizon vers l'est; il s'éleva graduellement, et en peu d'instants prit la forme d'un arc qui embrassait tout le firmament. Dans sa position la plus élevée, la largeur de l'arc était d'environ 4°. Mais, à partir de là, elle diminuait graduellement de manière que, vers ses extrémités les plus

basses, vers ses points d'intersection avec l'horizon, l'arc était à peine visible. Ces deux points d'intersection se trouvaient à peu près diamétralement opposés : l'un au nord-est, tirant vers l'est; l'autre au sud-ouest, tirant vers l'ouest. Le point culminant était à 7° au sud du zénith de Perth. L'axe de l'arc (il eût été désirable que l'auteur de la relation se fût servi d'un terme plus précis) resta, pendant toute la durée du phénomène, dans le plan du méridien magnétique. » (*The Edinb. Journ. of science*, janvier 1829, p. 179.)

Le 15 octobre, l'aiguille horizontale de Paris n'a point été notablement dérangée; ainsi voilà une aurore qui paraît n'avoir pas exercé d'action. Je dis seulement *qui paraît*, car il me semble possible qu'il y ait une erreur de date dans la note publiée par M. Brewster. Cette note, en effet, commence ainsi : *Le lundi* (monday) 15 octobre; or, le 15 octobre n'était pas un lundi, mais bien un mercredi.

« Le lundi (*monday*) 29 octobre 1828, on a observé une aurore boréale à Perth, en Écosse, entre dix et onze heures du soir. Les jets lumineux étaient d'une intensité remarquable, et s'élevaient avec une inconcevable rapidité jusqu'au zénith. L'atmosphère paraissait être en feu. » (*The Edinb. Journ. of science*, janvier 1829, p. 179.)

L'aiguille horizontale des variations diurnes eut à Paris une marche assez régulière le 29 octobre; ainsi, voilà une seconde aurore qui semble n'avoir pas agi. Mais par quelle fatalité faut-il encore que je remarque que le 29 octobre était un mercredi, et non pas un lundi comme le porte la note du savant d'Édinburgh! Le 30 octobre, l'aiguille

[illegible]

[illegible] 1839 [illegible]

[illegible] se trouve [illegible] ne s'est [illegible] de la posi- [illegible]

[illegible] États- [illegible]

[illegible] n'ont pas été [illegible] novembre, [illegible] qu'elle n'a point [illegible] heures quarante- [illegible] heures.

[illegible] M. [illegible] une aurore polaire [illegible] l'Académie. A [illegible] le sommet de l'arc [illegible] Dans la soi- [illegible] de la posi- [illegible]

Le [illegible] une aurore boréale fut observée [illegible] heures du soir, par M. Blackwall. [illegible] elle formait un arc de [illegible] perpendiculaire au méridien magnétique. Son point culminant se trouvait [illegible]. A six heures dix minutes, l'arc commença à s'affaiblir, et bientôt il disparut entièrement; mais ensuite on aperçut des jets lumineux ascendants qui partaient d'une faible lueur située à l'horizon et sur le pro-

gement du méridien magnétique. A Wirksworth, dans Derbyshire, on vit l'aurore à neuf heures et demie; il n'y avait aucune trace d'arc. Cette aurore a été perçue aux États-Unis, à Chuton et à Schenectady.

Une aurore boréale a été observée à la même date par Erman, à Beresow en Sibérie (latitude 63° 56′).

Cette aurore, au dire de M. Erman, augmenta l'inclinaison de 8′.5. (Tiré d'une lettre manuscrite de Erman.)

Quoique la déclinaison, à Beresow soit orientale, le sommet de l'arc de l'aurore était nord-nord-ouest, dit M. Erman. Si l'arc dont parle M. Erman était détaché, remarque doit paraître importante; si par arc on entend le contour supérieur d'un segment lumineux appuyé sur l'horizon, on pourra citer cent exemples pareils observés dans nos climats.

Le 1er décembre, l'aiguille horizontale des variations diurnes éprouva toute la journée de notables perturbations. Le matin, la déclinaison était plus grande qu'à l'ordinaire; le soir, au contraire, elle était plus petite. A onze heures vingt-huit minutes, la perturbation s'éleva à plus de 22′.

L'aurore observée à Bérésow par M. Erman fils donne lieu à remarquer qu'elle se trouvait sans doute sous l'influence du second pôle magnétique boréal, c'est-à-dire du pôle asiatique; toutefois, comme les aurores de nos climats, elle transporta le matin la pointe nord de l'aiguille de déclinaison à l'occident de sa position normale, et le soir considérablement à l'orient.

M. Blackwall a vu, à Manchester. le 26 décembre,

à six heures du soir, un arc lumineux d'aurore boréale parfaitement tranché, et dont le plan était perpendiculaire au méridien magnétique. Cet arc s'élevait graduellement au-dessus de l'horizon. A six heures vingt minutes, son point culminant se trouvait à 20° de hauteur; il augmenta et diminua d'intensité à plusieurs reprises. Après sa disparition totale, il resta une lumière faible au nord magnétique.

La même aurore a été vue à Hull, depuis six heures jusqu'à sept heures. Au moment de sa plus grande hauteur, l'arc y parut être à 25°.

A Gosport, M. Burney n'aperçut que de faibles lueurs de ce phénomène.

A six heures trois quarts la déclinaison de l'aiguille, à Paris, était de 9' plus petite qu'à l'ordinaire. Ce dérangement fut de courte durée.

M. Burney a vu à Gosport, en décembre, une seconde aurore dont il n'a pas donné la date. D'après les dérangements de l'aiguille, on peut supposer que l'observation

[redacted]

§ 11. — Année 1829.

Le 2 janvier, M. Marshal a vu une brillante aurore à Kendal, près de Manchester.

Le 2 janvier, à sept heures trois quarts du soir, l'aiguille aimantée, à Paris, était d'environ 5′ 1/2 plus orientale qu'à pareille heure les jours précédents et suivants. A huit heures, la déviation accidentelle n'allait plus guère que de 3′ 1/2; à dix heures un quart, tout était rentré dans l'ordre accoutumé.

L'aurore du 2 janvier a aussi agi sur l'aiguille verticale. En hiver, cette aiguille varie à peine du matin au soir; mais, quand il y a un changement sensible, l'inclinaison diminue entre la première et la seconde de ces deux époques. Le 2, au contraire, elle a augmenté d'environ 1′. Je n'ajoute plus qu'une simple remarque, mais elle a quelque intérêt : c'est qu'un observateur qui, à Paris, se serait contenté de consulter l'aiguille dans la soirée du 2 janvier, à sept heures un quart et à dix heures un quart, n'aurait pas soupçonné l'existence de l'aurore boréale. Les faits négatifs concernant l'influence magnétique de ce phénomène lumineux ne sauraient donc avoir de l'importance qu'autant que les observations ont été très-multipliées.

Le 27 janvier, on a vu à Cambridge (Amérique), une aurore boréale. A Paris, il y a une faible mais réelle action perturbatrice sur l'aiguille horizontale.

Les 30 et 31 janvier, on signale encore à Cambridge des aurores boréales. A Paris, le soir, on a vu un mouvement sensible de la pointe nord de l'aiguille vers l'est.

[illegible] Alexandre de Humboldt [illegible] d'une aurore boréale.

[illegible] a été très-notable- [illegible] minutes, elle se [illegible] de plus de 7'. [illegible] minutes du soir, le change- [illegible] On ne [illegible] maximum de la pertur- [illegible] aucune observation [illegible] à onze heures [illegible] la variation diurne ob- [illegible]

[illegible] des variations diurnes de décli- [illegible] dans la soirée. La variation [illegible] on ne voit rien dans le [illegible] l'existence d'une aurore [illegible] indiqué à [illegible] L'aiguille d'in- [illegible]

[illegible] en Angle- [illegible] la partie [illegible] la grande [illegible] se partagea [illegible] près [illegible] mais [illegible]

mène, c'est que des jets lumineux partant de l'ouest montaient de temps en temps jusqu'à 10° de hauteur, et que, malgré le clair de lune, des traces d'aurore boréale se montrèrent au nord, tout près de l'horizon.

Dans la matinée du 22 mars, l'aiguille horizontale avait été notablement dérangée. Le soir, elle ne fut observée qu'à dix heures quarante minutes, et sa déclinaison se trouvait de près de 3′ 1/2 plus petite que celle des jours précédents et suivants à pareille heure. La variation totale monte à 14′ 39″.

Le 4 avril, une aurore boréale a été observée à Utica (Brewster, janvier 1031, p. 80).

Le 4 avril, dans la matinée, des cultivateurs qui se rendaient au marché de Dieppe, en partant de villages éloignés les uns des autres de plusieurs lieues, virent tous dans le ciel une traînée de feu qui paraissait très-large dans le bas et se terminait en pointe. Cette traînée répandait autant de clarté que la lune dans son plein.

Je dois la connaissance de ce phénomène à M. Nell de Bréauté. Je le range, malgré tout ce que sa description offre d'imparfait, parmi les aurores boréales, parce que l'aiguille aimantée, dans la matinée du 4 avril, présente à Paris une marche remarquable. En effet, les dérangements de la boussole furent très-sensibles dans la nuit du 3 et dans la matinée du 4. A la première de ces époques, la pointe nord de la boussole était trop orientale; à la seconde, le dérangement, au contraire, s'était opéré vers l'occident. La variation totale de déclinaison fut de 13′ 34″.

Une aurore boréale est indiquée pour le 5 avril à Low-

ville, dans le journal de Brewster de janvier 1831, p. 80.

A Paris, à six heures trois quarts du soir, l'aiguille était de 4' plus orientale qu'à l'ordinaire.

Le 8 avril, on vit encore une aurore boréale à Lowville. Elle ressemblait à un nuage brillant. Près de l'horizon, on remarqua une lumière constante pendant plusieurs heures (Brewster, janvier 1831, p. 80). A Paris, l'aiguille fut très-dérangée dans la matinée du 9; elle était de 6' plus horizontale que la veille.

Le 2 mai, à Paris, le ciel est complétement couvert; mais cependant, dans le nord, on aperçoit à une certaine hauteur au-dessus de l'horizon une lueur assez vive et qui contraste avec l'obscurité des nuages inférieurs. L'aiguille de déclinaison est très-dérangée le soir, et la variation totale est de 21' 10".

Le 29 mai, à Saint-Laurent (Amérique), on voit une aurore peu remarquable quant à l'intensité. A Paris, il y a un faible effet sur la déclinaison. La variation totale monte à 11' 21".

[redacted]

ıres et demie du soir. On ne voyait aucune trace d'au-'e, quoique le ciel fût serein. L'amplitude de la varia-n observée fut de 20′ 16″.

Le 7 juin, à Schenectady (Amérique), on note encore e aurore boréale ; mais je n'observe à Paris aucun rangement.

Le 14 juin, à Saint-Laurent (Amérique), l'aurore oréale signalée coïncide avec une petite perturbation cidentale remarquée vers midi ; la variation totale est e 15′ 7″.

Le 21 juin, à Sough-Keepsie (Amérique), on voit une urore boréale, qui n'est signalée à Paris par aucun érangement notable. La variation totale n'est que de ′ 53″.

Le 25 juillet, dans la soirée, M. Marshal, à Kendal, ı vu une aurore boréale très-brillante (*The Edinb. journ. of science*, n° 2, p. 317). Dalton indique aussi une aurore boréale à Manchester, à onze heures du soir.

Les dérangements de l'aiguille, le 25 juillet, ont été beaucoup plus forts le matin que le soir. La variation totale de déclinaison fut de 10′ 36″ ; celle d'inclinaison s'est élevée à 5′.

Le 25 août, on a vu une aurore boréale à Poug-Keepsie (Brewster, janvier 1831). Les observations de Paris, trop peu nombreuses du reste, donnent une variation de 12′ 28″.

Le 26 août, à Cambridge, Utica, etc. (Amérique), on a vu une aurore brillante. A Paris, à onze heures du soir, l'aiguille était de 12′ plus orientale qu'à l'ordinaire, et la variation totale fut de 24′ 10″.

Le vendredi 18 septembre, on a vu une très-brillante aurore boréale aux États-Unis d'Amérique (par 40° 35′ de lat. N. et 64° 18′ de long. O. de Greenwich), à neuf heures du soir. Les jets étaient très-mobiles et changeaient de couleur au point d'être tantôt rouges, tantôt bleus, ou de toutes les nuances intermédiaires. (*Journ. de Silliman*, vol. XVIII, 1830, p. 393.)

L'aurore du 18 a été vue à Albany et à Utica, mais on ne dit rien de son éclat (Brewster, janvier 1831, p. 81). A Paris, à six heures du soir, l'aiguille était plus à l'occident qu'à l'ordinaire et même qu'à onze heures un quart, d'une quantité très-sensible. La variation totale fut de 15′ 54″.

Le 19 septembre, on a vu une aurore boréale à Manchester dès huit heures trente minutes du soir (communiqué par Dalton).

Cette aurore du 19 a été aperçue aux États-Unis d'Amérique (par 40° 35′ de latitude et 64° 18′ de longitude O. de Greenwich) vers neuf heures de l'après-midi (*Journal de Silliman*, vol. XVIII, 1830, p. 393). A Albany et à Clinton, elle formait un arc d'environ 65° d'amplitude; des jets s'en élevaient en se dirigeant vers le zénith. A Saint-Laurent, on l'aperçut depuis huit jusqu'à neuf heures du soir (Brewster, janvier 1831, p. 81). A Paris, l'aiguille, à une heure et demie du soir, était plus occidentale qu'à l'ordinaire de 3 à 4′, et, à onze heures du soir, la perturbation orientale se montrait à plus de 7′. La variation totale fut 20′ 54″.

Les journaux de Paris, du 23 septembre, annoncèrent qu'une brillante aurore boréale s'était montrée dans la

.. 21 au 22, et que le public l'avait observée sur les lepuis neuf heures jusqu'à onze heures et demie.

appris, par M. le capitaine Sabine, que M. Far-son a observé des aurores boréales dans l'Aberdeen-le 21 et le 22; mais elles n'auraient produit sur son le de déclinaison aucun dérangement appréciable.

Paris, le 21 septembre, l'aiguille se trouvait dans sa on habituelle, à six heures après midi, qui est la époque de la soirée où on l'ait observée; mais à midi is, on avait noté une perturbation occidentale d'en-n 6′. M. Farquharson, en Écosse, ne vit aucun déran-ient dans son aiguille; mais je crois qu'il ne l'observa ntivement que le soir.

A Paris, le 22 septembre, l'aiguille a été probable-nt dérangée d'une manière très-sensible dans la soirée; : le 23, à minuit vingt-cinq minutes, sa pointe nord iit plus orientale qu'à l'ordinaire de plus de 4′.

Le 26 septembre, on a vu une brillante aurore à lbany, à neuf heures et demie du soir. Il en partait des its qui s'élevaient jusqu'à l'étoile polaire (Brewster, jan-ier 1831, p. 81). Dans l'Aberdeenshire, l'aurore a été rue, mais elle a paru sans action sur l'aiguille de M. Farquharson (*Trans.*, 1830, p. 105). A Paris, on ne constata non plus aucune déviation.

Le 1er octobre, dans l'Aberdeenshire, on signale une aurore sans action sur l'aiguille de M. Farquharson (*Trans.*, 1830, p. 105). A Paris, il y eut quelques petites irrégularités dans la marche de l'aiguille de déclinaison, entre huit heures du soir et minuit.

Le 3 octobre, à Manchester et dans l'Aberdeenshire, on

vit une aurore, tandis que l'aiguille de M. Farquharson n'accusa aucune perturbation. A Paris, à sept heures et à sept heures un quart du soir, la pointe nord de l'aiguille était de plus de 4′ à l'occident de la position moyenne correspondante à ces heures. Il n'y eut pas d'observations pendant le reste de la soirée.

Il est rare que l'aiguille soit aussi souvent et aussi fortement dérangée qu'elle l'a été pendant les trois derniers mois de 1829. Voici la liste des jours durant lesquels les perturbations m'ont paru assez notables pour devoir, je crois, être attribuées à des aurores boréales :

Octobre, les 4, 9, 10, 11, 12, 21, 22, 24, 25 et 30;
Novembre, les 10, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 24 et 26;
Décembre, les 7, 14, 19, 20, 21 et 23.

Le 6 octobre ne figure pas dans cette liste. Ce jour-là, en effet, la marche de l'aiguille me sembla régulière. Je l'avais observée à cinq heures vingt minutes, à sept heures, à huit heures, et à onze heures trente minutes. Se serait-il manifesté, entre huit heures et onze heures et demie, une grande perturbation qui n'aurait été ni précédée de quelque dérangement à huit heures, ni suivie d'aucune altération dans la déclinaison à onze heures? Cela n'est guère probable, quoique la possibilité ne puisse être niée. Au reste, au point où la question est parvenue, les aurores qui n'agiraient pas sur l'aiguille aimantée auraient maintenant plus d'intérêt pour la science que celles qui altèrent visiblement la déclinaison; aussi doit-on attendre avec impatience la publication des observations de M. Farquharson.

Voici, comme exemple, le tableau détaillé de la marche

guille aimantée à Paris, le 11 octobre 1829, pen-
une des aurores vues par M. Farquharson, dans
deenshire :

Heures.			Aiguille horizontale.			Aiguille d'inclinaison.		
7ʰ	0ᵐ	matin	22°	4′	50″	67°	39′	45″
7	35			2	50		39	25
8	0			3	45		41	0
8	15			3	15		41	25
8	40			4	59		41	45
9	0			5	35		42	50
9	25			7	0		42	35
10	0			9	40		42	0
10	30			12	00		43	0
Midi	0			14	20		41	20
Midi	20			14	20		41	5
Midi	50			14	45		41	0
1	45			13	20		40	55
2	0			12	55		40	20
3	45			13	40		41	25
4	45			12	10		42	15
6	15			3	5		43	10
6	30			8	15		42	55
7	20			6	5		44	15
7	30		21	57	0		43	15
7	35			56	25		41	40
7	40		22	2	40		41	15
7	45			5	15		41	40
7	50			7	30		42	5
7	55			8	50		43	15
8	0			7	45		43	50
8	5			7	30		44	25
8	10			4	10		45	20
8	15		21	56	45		45	50
8	20			53	30		43	45
8	25			58	10		42	40
10	15		22	8	40		44	5
10	30			5	35		43	5
10	45		21	57	30		42	15
10	52			56	45		″	
11	0			57	0		43	20

Heures.	Aiguille horizontale.	Aiguille d'inclinaison.
11h 15m soir	21° 55′ 40″	″
11 30	54 45	67° 44′ 20″
11 37	56 25	″

Lorsqu'on compare ces observations à celles qui ont présenté une marche régulière les jours précédents et les jours suivants, on trouve que l'aiguille de déclinaison était déjà dérangée à midi, le 11, et que sa direction se trouvait trop occidentale de près de 2′ 1/2. L'incertitude dans les observations d'inclinaison ne va pas à 10″.

Après avoir examiné attentivement le tableau précédent, on n'apprendra pas sans une extrême surprise qu'à Alford, dans l'Aberdeenshire, l'aiguille de M. Farquharson n'a éprouvé, le 11 octobre, aucun dérangement. Ce savant distingué dit, en propres termes, que de huit heures à huit heures vingt minutes du soir, son aiguille était tranquille et dans sa position ordinaire. Eh bien, à Paris, entre les heures que M. Farquharson indique, la déclinaison varia de plus de 9′, et elle se trouvait très-différente de sa valeur ordinaire.

Le 17 octobre, à Manchester (Angleterre), on a vu une brillante aurore à six heures et demie du soir. A Paris, l'aiguille de déclinaison n'offrit aucune anomalie remarquable, du moins jusqu'à sept heures un quart.

Le 21 octobre, à Utica et à Cambridge (Amérique), on signale une aurore. A Paris, à midi, la pointe nord de l'aiguille horizontale se trouvait de près de 3′ à l'occident de sa position ordinaire, tandis que, à huit heures trois quarts du soir, par exemple, la déviation en sens contraire ou vers l'orient, était de plus de 5′. La variation totale a été de 16′ 22″.

Le 24 octobre, à Saint-Laurent (Amérique), on voit une aurore qui est aussi signalée en mer, par 44° de latitude nord et 52° 30′ de longitude à l'ouest de Greenwich, par le jeune savant colombien M. Acosta. A Paris, suivant une règle qui offre peu d'exceptions en temps d'aurore boréale, la perturbation de l'aiguille était occidentale le matin et vers midi, tandis que le soir elle devint orientale. A huit heures un quart du matin, l'anomalie était de 6′; à midi un quart, de plus de 5′, et à six heures un quart du soir, de 13′ ou 14′. La variation totale est de 22′ 27″.

On vit une aurore le 25 octobre à Kendal (Angleterre) et en Aberdeenshire (Écosse). A Kendal, l'aurore, d'après M. Marshal, se composait de cinq bandes parallèles. A Paris, le matin, à sept heures et demie, l'aiguille était de 5′ à l'occident de sa position ordinaire; à midi, le dérangement était de 6′ dans le même sens; à six heures et demie du soir, de 6′ en sens contraire ou vers l'orient. A Alford, l'aiguille de M. Farquharson ne fut pas dérangée le 25 octobre.

On signale une aurore le 27 octobre à Delaware (Amérique); mais il ne paraît pas parfaitement certain, d'après la description, que la lumière fût celle d'une aurore boréale. En tout cas, son action à Paris a été inappréciable.

On a aperçu, durant la soirée du 30, vers la région du nord, des lueurs blanchâtres qui, dans toute autre localité, auraient pu être considérées comme des indices d'aurore boréale; mais les réverbères de Paris ont pu donner des effets de ce genre. Il y a eu en outre, pendant très-longtemps, à l'est-nord-est, un nuage lumineux d'un éclat variable et qui n'a pas changé de place. Ce nuage a attiré

l'attention de beaucoup de personnes. Il n'y avait aucune étoile très-brillante dans cette région du ciel. L'amplitude totale de la variation fut de 18′ 15″.

On a vu, le 9 novembre, à Lowville (Amérique), une aurore brillante. A Paris, il y eut un dérangement considérable de l'aiguille vers l'occident durant la matinée, et de midi à une heure et demie. Le soir, tout était à peu près dans l'état ordinaire.

Le 17 novembre, une aurore boréale est observée dans l'Aberdeenshire. A six heures un quart, on voit un arc de lumière nébuleuse ayant son sommet dans le méridien magnétique à 20° de hauteur. Des arcs concentriques s'élèvent les uns après les autres et disparaissent dès qu'ils sont arrivés à 20° d'élévation. A onze heures, l'une des moitiés d'un de ces arcs devient très-brillante. A cette heure, l'aiguille de M. Farquharson n'était pas dérangée (*Trans. phil.*, 1830, p. 102). A Paris, on observa une perturbation occidentale le matin, et le soir, comme de coutume, une variation orientale. La variation totale fut de 13′ 47″.

Le 18 novembre, dans l'Aberdeenshire, on voit l'aurore dès six heures du soir. A huit heures, on aperçoit des arcs très-brillants; à la hauteur de 20°, il y a des jets verticaux (*Phil. trans.*, 1830, p. 102). Cette aurore n'a pas agi sur l'aiguille de M. Farquharson (*Phil. trans.*, 1830, p. 105). A Paris, le ciel était serein, mais on ne vit, dans la soirée, aucune trace d'aurore boréale. L'aiguille était de 9′ trop orientale à six heures et demie du soir; trois minutes après, elle était déjà revenue vers l'occident de 6′ 1/2; à six heures trente-sept minutes, elle se trouvait

ɜu plus occidentale que de coutume, et cela mérite
ɘ remarqué, sinon pour la valeur, du moins quant au
du dérangement, car le soir la perturbation se ma-
te presque toujours vers l'orient; à six heures trois
ts, l'aiguille était à peu près rentrée dans sa position
uelle et elle s'y maintint toute la soirée. La variation
e fut de 14′ 2″.

e 19 novembre, à Saint-Laurent (Amérique) et dans
erdeenshire (Écosse), on vit une aurore faible dont les
s'élevaient de temps en temps jusqu'au zénith. A Paris,
n'aperçut aucune trace d'aurore, quoique le ciel fût
in. Le matin, de sept heures et demie à sept heures
[uante minutes, l'aiguille était sensiblement plus occi-
tale que de coutume. Le soir, on n'observa pas.

Jne aurore boréale a été observée à Londres le 14 dé-
ıbre, dès six heures du soir, d'après une communication
Dalton. Elle parut très-brillante dans l'Aberdeenshire
M. Farquharson l'observa (*Transac. philos.* 1830). A
sport M. Berney aperçut aussi cette aurore. A six
ıres, on voyait une vive lumière au nord magnétique.
s'en éleva quatorze colonnes de lumière à des hauteurs
mprises entre 10 et 20°. A six heures un quart, il se
:ma un arc bien terminé de 3° de large et dont la plus
ande hauteur était de 16°. Ses jambes correspondaient
ı nord un peu est et au nord-ouest un peu ouest. La
inte de l'arc était angulaire et disparut presque subite-
ıent. Plusieurs météores lumineux traversèrent l'arc
Phil. mag., fév. 1830). A Paris, il y eut une perturbation
onsidérable vers l'occident à une heure et à une heure
ingt minutes de l'après-midi; le soir, le dérangement

s'était effectué vers l'orient, mais il surpassait à peine 2'. La variation totale fut de 13' 25''.

Le 19 décembre, une aurore boréale, qui n'eut rien de remarquable, fut vue à Schenectady (*Journ. Brew.*, p. 81). Dans l'Aberdeenshire, elle parut très-brillante à onze heures et demie du soir au nord. Les jets lumineux s'élevaient jusqu'au zénith. L'aurore était visible en même temps à l'horizon sud (*Trans. phil.*, 1830, p. 103 et 104). A Paris, les observations de l'aiguille nous la montrèrent considérablement à l'occident de sa position ordinaire depuis onze heures et demie du matin jusqu'à deux heures et demie du soir. Le soir, et surtout entre neuf heures et minuit, il y avait aussi dérangement très-notable, mais vers l'orient. La variation totale fut de 20' 54''. A Alford, l'aiguille de M. Farquharson fut aussi considérablement troublée dans sa marche.

Le 20 décembre, dans l'Aberdeenshire, on observa une aurore splendide depuis huit heures et demie jusqu'à onze heures du soir (*Phil. trans.*, 1830, p. 104). A Paris, à une heure de l'après-midi, il y eut 8' de dérangement occidental; à onze heures du soir, 6' de perturbation orientale. La variation totale s'éleva à 21'. M. Farquharson affirme que son aiguille n'a pas été troublée; mais l'a-t-il observée fréquemment?

Le 28 décembre, à North-Salem (Amérique) on vit une aurore brillante; mais à Paris, l'aiguille n'a pas été dérangée sensiblement.

§ 12. — Année 1830.

Le 25 janvier, dans l'Aberdeenshire, il y eut une au-

rore présentant une succession d'arcs qui s'élevèrent peu. De temps en temps, elle était accompagnée de jets brillants. A Paris, à une heure après midi, l'aiguille était d'environ 3′ à l'occident de sa position habituelle. Le soir, à neuf heures, la déviation en sens contraire, ou vers l'orient, n'était guère que de 1′ 5″. La variation totale fut de 10′. Aucun dérangement ne se manifesta dans l'aiguille de M. Farquharson, à Alford; mais, si je ne me trompe, comme je l'ai déjà dit, ce physicien n'observe attentivement la déclinaison que le soir.

Le 28 janvier, M. Marshal a vu à Kendal une très-brillante aurore boréale, dans la soirée (*Journal de Brewster*). Dans l'Aberdeenshire, on aperçut des arcs très-brillants, mais peu élevés, à huit heures.

A Paris, à	6^h 1/4 du soir,	perturbation	occidentale	de près de	8′.
	$8^h 25^m$	—	orientale	—	4′.
	8 27	—	—	—	10′.
	8 30	—	—	—	12′.
	8 35	—	—	—	10′.
	8 37	—	—	—	9′.
	8 45	—	—	—	9′.

La variation totale fut de 15′ 17″.

A Alford (Aberdeenshire), l'aiguille de M. Farquharson était :

A 8^h dans sa position ordinaire.
A 8^h 1/2 orientale de 21′ 30″.
A 9^h 55^m oscillante dans une étendue de 30′.

Je ne puis pas comparer une à une ces observations à celles de Paris, ne sachant pas si M. Farquharson emploie le temps vrai, comme il paraît naturel de le faire, ou le temps moyen.

Le 19 février, M. Marshal vit, à Kendal, une aurore boréale assez apparente, mais d'où il ne s'éleva aucun jet (*streamer*) perceptible (*Journal de Brewster*). A Paris, forte perturbation occidentale, depuis le matin jusqu'à trois heures, et perturbation orientale à neuf heures trois-quarts du soir. La variation fut de 13′ 53″.

Le 18 mars, à Manchester (Angleterre), une aurore très-belle, vive et élevée, fut aperçue, d'après ce que m'apprend Dalton. A Paris, à six heures quarante minutes du soir, l'aiguille était plus orientale qu'à l'ordinaire de plus de 17′. La variation totale s'éleva à 25′ 44″.

Le 24 mars, dans l'Aberdeenshire, il y eut une aurore brillante. A Paris, l'aiguille n'a éprouvé de dérangement sensible ni le matin ni le soir. Celle de M. Farquharson, au contraire, a été considérablement dérangée.

A	9^h	5^m,	de 32′ vers l'ouest.
Vers	9	10	de 25′ vers l'est.
Vers	9	15	de 34′ vers l'ouest.

Le 19 avril, à Manchester, Edinburgh, York, etc., on a vu une aurore très-brillante depuis neuf heures du soir jusqu'à minuit. A Paris, à une heure de l'après-midi, l'aiguille était plus occidentale que d'habitude de plus de 3′. A dix heures quarante minutes du soir, la perturbation en sens contraire, ou orientale, s'élevait à près de 12′. Le ciel alors était serein, mais on n'apercevait pas d'aurore.

On dit qu'il y a eu une aurore boréale le 24 avril; mais Dalton, qui me donne cet avertissement, ne l'a pas vue lui-même. L'aiguille, peu observée d'ailleurs à Paris, ne m'a rien indiqué de remarquable.

Les journaux ont annoncé que, le 5 mai à minuit, on vit à Saint-Pétersbourg une aurore boréale magnifique. Les rayons, disent-ils, formaient un immense demi-cercle où ils paraissaient successivement rouges, blancs, verdâtres, puis ils s'effaçaient presque, et un moment après, ils recommençaient à briller et s'élançaient en longues pointes jusqu'au zénith.

Que doit-on entendre par le 5 mai à minuit? Est-ce le minuit qui sépare le 4 du 5 mai, ou bien le minuit intermédiaire entre le 5 et le 6? Dans l'une comme dans l'autre hypothèse l'aurore a agi à Paris.

M. Kupffer a vu l'aurore, à Saint-Pétersbourg, jusqu'à deux heures du matin du 6 mai (*Royal Institution*, n° 2, p. 429).

A Paris, il y eut de grands dérangements dans la soirée du 5 mai :

A	8h 5m,	temps vrai,	de plus de	7′	vers l'orient.
A	9 10	—	—	5′	*id.*
A	10 10	—	—	5′	*id.*
A	10 45	—	—	17′	*id.*
A	10 50	—	—	9′	*id.*
A	11 0	—	—	9′	*id.*
A	11 10	—	—	11′	*id.*
A	11 30	—	—	17′	vers l'occident !
A	11 40	—	—	8′	vers l'orient.
A	11 45	—	—	13′	*id.*
A	11 52	—	—	19′	*id.*
A	minuit	—	—	14′	*id.*

Le lendemain matin, il y avait encore dérangement, mais c'était vers l'occident. A neuf heures trois quarts, ce dérangement était de près de 9′. Dans la soirée du 5, l'aiguille d'inclinaison éprouvait aussi parfois en très-

[illegible] -Péters-
[illegible] considé-
[illegible] (quoique
[illegible] se
[illegible] moyen,
[illegible] ments
[illegible] toujours
[illegible] Paris.
[illegible]
[illegible] jadis
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]

[illegible]
[illegible] 19 [illegible]
[illegible]

ctobre, une aurore fut observée en mer par
a. Des jets s'élevèrent jusqu'à 50° et 60°. Elle
ıt à coup à sept heures vingt-cinq minutes en mer
de 52° 30′ de Greenwich; latitude 44°).

), on vit une aurore boréale à Gosport, depuis dix
jusqu'à dix heures et demie. Les colonnes lumi-
auxquelles elle donna naissance montèrent jusqu'à
grande Ourse (*Philos. Magaz.*, décembre 1830).

s, entre sept heures trois quarts du soir et neuf
trente-neuf minutes, l'aiguille se maintint con-
ıent dans une direction beaucoup plus orientale que
sition habituelle. Le ciel était serein, mais l'on
rçut aucune trace d'aurore.

17 octobre, il y eut une aurore à Gosport. Elle ne
a naissance à aucune colonne (*Phil. mag.*, décembre
)).

e 1er novembre, une brillante aurore boréale fut
ervée à Gosport, à neuf heures, par M. Burney, entre
ord et l'ouest. A neuf heures dix-huit minutes, les jets
nmencèrent à s'élever. Ces jets étaient resplendissants,
oique la lune presque pleine fût à 30° de hauteur (*Phil.
ag.*, janv. 1831, p. 79). A Paris, à neuf heures du soir,
aiguille était à l'orient de sa position ordinaire d'environ
′. La variation totale fut de 16′ 32″.

Le 4 novembre, à Gosport, il y eut une aurore visible dès sept heures du soir. Les jets lumineux ne se formèrent qu'à huit heures, et montèrent à 22° de hauteur. Le phénomène disparut à neuf heures. La lune était alors sur l'horizon. A Paris, il y avait dans la position de l'aiguille une perturbation occidentale sensible à une heure après

midi, et un commencement de perturbation orientale dès sept heures quarante minutes du soir. A sept heures cinquante-cinq minutes, ce dérangement était considérable; il existait encore à dix heures quinze minutes. La variation totale s'éleva à 18′ 43″.

Une faible aurore fut encore observée à Gosport, entre sept heures et dix heures du soir, le 7 novembre. Il n'en partit aucun jet (*Phil. mag.*, janv. 1831, p. 79). La variation totale à Paris fut de 22′ 36″.

Le 7 décembre, une aurore boréale fut observée à Christiania par M. Hansteen (tiré d'une lettre manuscrite de M. Erman). A Paris, il y eut une déviation occidentale de l'aiguille de plus de 15′ à une heure trois quarts de l'après-midi, et de plus de 20′ à six heures vingt-cinq minutes. A sept heures cinq minutes, le dérangement était oriental. Entre une heure vingt minutes et six heures vingt-cinq minutes, le dérangement s'accrut de 8′.

Une brillante aurore boréale fut observée le 11 à Gosport, dès huit heures et demie du soir. A deux heures du matin, les nuages s'étant dissipés, le phénomène se présenta dans toute sa majesté. Les jets ascendants qui en émanaient avaient dans leur maximum 2° de large et 30° de hauteur; leur teinte était rouge ou pourpre. A Paris, à huit heures du soir, l'aiguille était plus orientale qu'à l'ordinaire. La variation observée fut de 13′ 25″.

Le 12, on vit à Gosport une faible aurore boréale depuis six heures jusqu'à dix heures. Elle s'étendait du nord-nord-est au nord-ouest. L'arc qui la terminait avait 8° de hauteur (*Phil. mag.*, fév. 1831). L'aurore fut encore aperçue les 13 et 14. A Paris, dès six heures trois quarts du soir,

ait considérablement à l'orient de sa position
La variation totale fut de 16′ 32″. Le lende-
huit heures du matin, le dérangement était
sensible, mais vers l'occident.
écembre, une brillante aurore se montra encore
, depuis sept heures du soir jusqu'à minuit.
la terminait dans la première partie de la nuit
du nord-nord-est jusqu'à l'ouest-nord-ouest. Il
de nombreuses colonnes verticales colorées
ag., fév. 1831).

nsteen écrivait à M. Erman, en date du 29 dé-
830 : « Depuis la fin de juillet, on a observé ici,
iania, trente-cinq aurores boréales qui toutes
ccompagnées de mouvements considérables de
de déclinaison. » Parmi celles qui eurent le plus
il cite particulièrement celles du 6 et du 7 octobre.
, j'avais été obligé de m'absenter.

pensé devoir signaler dans ce catalogue tous les
gements de l'aiguille aimantée de Paris, afin que le
r pût décider lui-même si, comme l'a cru remar-
M. Farquharson d'Alford (Aberdeenshire), de tels
ngements ne se manifestent qu'à l'époque où, dans
mouvement ascendant, les parties lumineuses de
ore atteignent le plan perpendiculaire au méridien
gnétique, passant par l'aiguille d'inclinaison. Cette
position, pour nos climats du moins, ne paraît pas
tenable. On doit se rappeler, en effet, que, presque
ours, l'aurore qui à son apparition le soir déviera la
nte nord de l'aiguille vers l'orient, a déjà produit le
in un dérangement en sens opposé ou vers l'occident;

on notera de plus, et ceci tranche toute difficulté, que l'aurore agit à Paris (voyez le 19 avril, les 16 et 17 octobre, etc.), lors même qu'elle ne s'élève pas au-dessus de l'horizon.

Les aurores qui n'ont été visibles qu'en Amérique, qu'à Pétersbourg, qu'en Sibérie, malgré la distance immense qui nous sépare de ces régions, dérangent notablement l'aiguille aimantée de Paris. Ceci fait naître la question de savoir si les aurores de l'hémisphère sud produiront également quelque effet. Je croyais d'abord pouvoir répondre affirmativement, d'après diverses observations australes dont je suis redevable à M. Simonoff; mais j'ai malheureusement découvert ensuite que les jours où le navigateur russe voyait des aurores vers le pôle sud, le phénomène se montrait aussi au nord.

§ 13. — Année 1831.

Le 7 janvier on vit à Paris une grande aurore boréale.

Pendant toute la durée des observations faites dans la soirée du 7 janvier, l'aurore boréale a été très-apparente. A sept heures trente-trois minutes de temps vrai, il y avait deux arcs bien distincts. La limite inférieure de l'arc supérieur passait par la Lyre. Le point culminant pouvait être de 1 à 2° plus haut à sept heures quarante minutes. La jambe est de l'arc supérieur était entre le Panthéon et le Val-de-Grâce, la jambe ouest un tant soit peu au sud de l'ouest.

A sept heures cinquante-cinq minutes il s'élançait des

jets verticaux. A huit heures cinq minutes, on voyait des sillons et de larges espaces d'un rouge de sang très-intense. La lueur de l'aurore permettait de lire.

Il y a eu tantôt un arc et tantôt deux arcs concentriques. Dans l'un comme dans l'autre cas, les points culminants correspondaient à très-peu près au méridien magnétique. L'électromètre atmosphérique n'a donné aucune trace d'électricité pendant toute la durée du phénomène.

L'amplitude totale de la variation diurne de la déclinaison s'éleva à 1° 16′ 33″; celle de l'aiguille d'inclinaison à 20′.

L'arc s'est reformé régulier le 8 après minuit; il s'éleva comme précédemment. Quoique le ciel fût couvert, il me sembla encore voir des traces d'un arc lumineux. L'aiguille continua à être dérangée jusqu'au 13.

Le 9 mars, une aurore boréale fut observée à Buchholz, près Francfort sur l'Oder. L'observateur, M. Pastorff, dit qu'elle commença le 7 à sept heures du soir, et qu'elle fut visible jusqu'à deux heures après minuit du 9 mars. Est-ce à dire qu'elle fut visible en plein jour deux jours de suite? La lumière était très-blanche et avait 30° d'amplitude de part et d'autre du méridien magnétique. La variation diurne de déclinaison fut de 33′ 22″.

Je signale les trois journées du 2, du 10 et du 12 avril, comme ayant présenté des variations dans les aiguilles de déclinaison et d'inclinaison qui peuvent me faire soupçonner des aurores boréales; je n'en aperçus aucune trace sur le ciel de Paris.

Le 12 avril, je vis deux nuages très-obscurs, formant sur

le ciel étoilé deux arcs bien tranchés (l'inférieur surtout) dont les points culminants se trouvaient dans le méridien magnétique. Ces bandes étaient certainement des nuages, car je n'aperçus aucune étoile à travers.

Le 19, entre dix heures et demie et onze heures, on vit une aurore boréale à Berlin. Des rayons verticaux s'élançaient jusqu'au zénith; on apercevait une lueur rougeâtre à l'horizon nord. Le point culminant de la partie lumineuse était plus près du méridien vrai que dans l'aurore du 7 janvier; mais comme on ne dit pas si cette partie lumineuse avait la forme d'un arc, la remarque n'a pas, je crois, une grande importance. La variation fut à Paris de 25′ 53″.

Le 9 décembre, le ciel est couvert; il y a au nord, à l'horizon, une bande noire de nuages au-dessus de laquelle on aperçoit une lumière vive et variable qui ne peut évidemment émaner que d'une aurore boréale. L'aiguille est très-dérangée à Paris; elle est rapprochée le soir de plusieurs minutes vers l'orient.

Le 22 décembre, à huit heures du soir, je vois au nord, au travers des nuages, une clarté qui me semble un indice évident d'aurore boréale. L'aiguille est notablement dérangée.

§ 14. — Années 1832 à 1848.

Les observations magnétiques que j'ai faites à partir de 1832 ayant été souvent interrompues, par suite de diverses circonstances, je ne saurais attacher à la description des aurores boréales qui ont été constatées successi-

vement, la même importance que dans le catalogue précédent. Cependant je pense encore rendre service à la science en notant ici les principales aurores boréales venues à ma connaissance.

Voici une communication que je trouve dans une lettre de mon ami Alexandre de Humboldt : « Quoique les observations sur l'influence qu'exercent les aurores boréales, même dans les lieux où elles ne sont pas visibles, n'aient plus besoin de confirmation, tu apprendras cependant avec quelque intérêt le fait suivant, que M. Gauss a inséré dans le *Journal astronomique* de Schumacher, n° 276 : « Le 7 février 1835, les variations de direction dans l'aiguille magnétique horizontale de Gottingue, surpassèrent tout ce que M. Gauss avait vu jusque-là : elles s'élevèrent à six minutes en arc en une minute de temps. Eh bien, ce même 7 février, M. Feld, professeur de physique à Braunsberg (Prusse orientale), observait une belle aurore boréale qu'il a décrite dans le journal de Poggendorff. »

Une circonstance heureuse a permis, en novembre 1835, de vérifier une fois de plus l'action exercée sur l'aiguille aimantée par les aurores boréales. A cette époque, on comparait soigneusement les instruments confiés aux habiles officiers de la *Bonite* à ceux de l'Observatoire. Pendant qu'on se livrait à ces vérifications, le 17 et le 18 novembre, les aiguilles des variations diurnes, tant celle de l'Observatoire, établie dans la grande salle méridienne, que l'aiguille de l'expédition, placée à l'extrémité sud du jardin, éprouvèrent des mouvements brusques, irréguliers, très-considérables. Quoique le ciel

fût couvert, je n'hésitai pas, dès la matinée du 17, à conclure de ces affolements qu'une aurore boréale se montrerait. Le 18, les oscillations inusitées étaient devenues si fortes, qu'on se crut autorisé, malgré un ciel entièrement couvert, à chercher dans le nord des traces d'aurores. Des lueurs vives, changeantes, y furent aperçues, en effet : elles perçaient un rideau de nuages épais et continu.

Depuis que ces remarques diverses ont été consignées dans les registres de l'Observatoire, les journaux anglais ont annoncé que des aurores boréales se sont montrées dans plusieurs villes durant la nuit du 17 au 18 novembre, et pendant la nuit suivante. Ainsi, voilà un nouvel exemple, ajouté à tant d'autres, d'un dérangement de l'aiguille aimantée, évidemment engendré par ces lumières mystérieuses dont le foyer paraît être le pôle magnétique. Au surplus, en terminant une communication sur ce sujet faite à l'Académie des sciences, j'ai cité les perturbations du 17 et du 18 novembre, seulement parce qu'elles se sont présentées pendant des vérifications d'instruments dont l'Académie m'avait chargé, car je prétends avoir établi démonstrativement depuis plusieurs années, à l'aide d'un grand nombre d'observations, que les aurores boréales agissent sur les aiguilles aimantées de Paris, alors même qu'elles n'atteignent pas l'horizon de cette ville.

L'aurore boréale dont j'avais soupçonné l'existence dès la matinée du 18, et cela d'après les mouvements irréguliers de l'aiguille aimantée, a été observée à Nîmes, par M. Valz, entre huit et dix heures du soir. A neuf heures,

pendant le maximum d'intensité du phénomène, des rayons rouges s'élevaient jusqu'au zénith. On voyait à l'horizon un espace rayonnant assez vif. Il ne se forma point d'arc.

M. Masson, de Caen, MM. Gachot, lieutenant de vaisseau, et Vérusmor, de Cherbourg, M. Charié, ingénieur des ponts et chaussées, de Corbigny (Nièvre), etc., virent aussi l'aurore boréale le 18 novembre, entre huit heures et neuf heures du soir. Les rayons rougeâtres du phénomène ont occasionné de nombreuses méprises : presque partout les populations se sont mises en marche pour aller éteindre de prétendus incendies, dont, suivant elles, la lumière se reflétait dans l'air.

L'aurore a été vue à Cahors. C'est le point le plus méridional dont les observations me soient parvenues.

Dans la nuit du 17 au 18 novembre, l'aurore présenta à Londres, par un effet particulier de l'atmosphère, l'aspect d'un vaste incendie, au point que pendant toute la nuit douze pompes à incendie furent en mouvement presque continuel pour porter du secours à l'endroit d'où paraissait sortir cette flamme. On l'aperçut pour la première fois à onze heures du soir, et, après avoir brillé pendant quelque temps d'un vif éclat, elle disparut. A trois heures du matin, on aperçut de nouveau, à peu près dans la direction du nord, un jet de lumière très-brillant qui s'élevait à 30° au-dessus de l'horizon. Au bout de quelque temps, la lumière devint plus faible, et sa direction venait du nord-ouest au nord-nord-ouest, ce qui fit supposer que ce n'était pas un incendie. L'aurore boréale brilla encore toute la nuit, jusqu'à six heures du

matin, d'un éclat plus ou moins fort; le ciel fut serein pendant toute la nuit.

L'aurore boréale fut encore très-brillante dans la nuit du 18 au 19.

Le mauvais temps et un épais brouillard n'ont pas permis de voir le météore à Paris; mais dès dix heures du matin, il s'était annoncé, comme d'habitude, par une augmentation sensible de la déclinaison. Le soir, au contraire, de huit heures trois quarts à neuf heures, la pointe nord de l'aiguille était beaucoup plus rapprochée du méridien terrestre qu'à pareille époque les jours précédents. A sept heures (cette circonstance est très-digne d'attention), la perturbation était positive : elle augmentait notablement la déclinaison.

C'est vers onze heures quarante minutes du soir qu'on aperçut, même à travers les nuages, une vive lueur changeante. L'amplitude totale de la variation diurne de déclinaison observée s'éleva à 50′ 12″.

Une aurore boréale a été signalée le 22 avril 1836, par 46° 25′ latitude et 44° longitude ouest, par M. A. Duhamel, juge aux îles Saint-Pierre et Miquelon. Ce qui la rendait remarquable, c'était l'intensité de la lumière, dont l'éclat, dit l'observateur, était tel qu'il effaçait celui de la lune, alors en son plein.

L'année 1836 paraît avoir montré le phénomène des aurores boréales avec une grande fréquence et en même temps avec toutes les variétés de formes, d'éclat, d'évolutions. C'est ce qu'a écrit à M. Biot M. Thomas Edmonston, qui observait à Shetland. Parmi toutes les aurores constatées, celle du 18 octobre est celle qui a été le mieux

notre continent. M. Matteucci l'a observée à Forli
omains); voici ce que rapporte ce physicien :
ait neuf heures du soir, lorsqu'une lumière légè-
ougeâtre se montra dans la région du nord. Elle
ait une étendue de 70 à 80°, et s'élevait de 25 à
forme était circulaire, dans ses parties les moins
sa distance à l'horizon pouvait être de 7 à 8°.
ois minutes après sa première apparition, la
prit une teinte pourpre vive. Une ligne centrale
ıcée qu'on y remarquait, marcha vers l'ouest. Le
ıène disparut par un affaiblissement graduel. »

e aurore a été vue simultanément, d'après M. Bo-
, à Turin et à Chambéry, à neuf heures et demie
r, dans la direction de l'est à l'ouest.

Wartmann, de Genève, a fait la description sui-
du phénomène tel qu'il l'a observé :

huit heures trente-une minutes du soir, instant où
nença le phénomène, le ciel était toujours serein,
parfaitement calme, et la lune, dans le septième jour
a phase, luisait vers le sud. Deux nuages rougeâtres
nontrèrent d'abord au nord-ouest, à environ 25 à 30°
évation au-dessus de l'horizon; ils se rapprochèrent
à peu jusqu'au contact, et en quelques minutes, tou-
nt le sol, ils offrirent l'image d'un vaste incendie
tain; bientôt après, ils prirent la forme d'un segment
t la corde s'appuyait sur l'horizon, et avait au moins
d'étendue; ce segment, remarquable par une teinte
ge obscur fortement prononcée, surtout vers le milieu,
blait formé de molécules ondulantes. Trois stries ou
ceaux lumineux très-distincts, de couleur blanche,

partaient du centre de l'arc et rayonnaient dans une direction verticale; ils s'épanouissaient un peu vers le haut, et s'élevaient de plusieurs degrés au-dessus du segment, mais sans parvenir jusqu'au zénith. Il y avait encore d'autres jets lumineux, d'un blanc pâle, peu distincts, qu'on voyait confusément rayonner vers le limbe. A huit heures quarante-cinq minutes, l'aurore était très-brillante et se trouvait dans la direction du méridien magnétique; le segment avait alors à très-peu près 24 à 25° de hauteur : il atteignait et enveloppait les étoiles β, δ, ϵ, ζ, η de la Grande-Ourse, situées près du point culminant de sa bordure; l'étoile α de la même constellation était presque en dehors, tandis que γ, la plus basse des sept étoiles, plongeait assez avant.

« Le météore n'est point resté stationnaire dans cette position; d'abord, il s'est avancé lentement et tout d'une pièce, du nord-ouest au nord, et jusqu'à 5° au nord-est, en parcourant un arc horizontal d'environ 30° et en traversant, par son extrémité supérieure, toutes les étoiles de la Grande-Ourse; puis, à huit heures cinquante-six minutes, revenant en arrière et présentant une couleur pâle d'un pourpre orangé, le segment s'est transformé en une espèce de fuseau allongé, dont la partie inférieure touchait à l'horizon, tandis que le segment atteignait les étoiles de la queue de la Petite-Ourse. Cette colonne verticale, haute de 47°, a continué de cheminer vers le nord-ouest, en répandant une lueur d'un rouge sombre, qui s'affaiblissait graduellement. A neuf heures, à peine était-elle encore visible, et à neuf heures cinq minutes, on n'apercevait plus dans l'atmosphère qu'une lueur confuse

peu d'instants après, s'est complétement dissipée. »

Wartmann a reçu de M. Struve les observations de même aurore boréale du 18 octobre 1836. Il en te qu'au moment où, à Genève, on trouvait 25° la hauteur angulaire du point culminant de l'arc neux, cette hauteur, en Livonie, était de 90°. De là, la méthode des parallaxes, M. Wartmann déduit conséquence que la matière de l'arc était à deux s lieues de hauteur au-dessus de la terre.

e 18 février 1837, une aurore a été observée à ux (Seine-et-Marne), par M. Darlu. Ce phénomène aru principalement remarquable par la couleur très-ge de sa lumière. Il a, comme d'habitude, troublé ablement l'aiguille aimantée, mais sans que rien ait bli si le sens des perturbations avait quelque liaison ec la position des points où la lumière était à son maxi-um. M. Darlu parle d'un arc qui, à huit heures qua-nte-cinq minutes, occupait la région australe du ciel. Paris, on n'a pas aperçu d'arc méridional. Les lueurs ue l'aurore a jetées au sud ne formaient pas une zone ontinue, elles se montraient dans des places isolées :

La même aurore a été vue dans les différentes villes uivantes :

		Observateurs.
Atonne, près de Meaux........	MM.	Darlu.
Luzarches....................		Hahn.
Beauvais......................		Zoéga.
Versailles....................		Gaudin.
Sarreguemines................		Lhomme. Legoullon. Collignon. Barhaise.
Morlaix.......................		Pitot de Helles.

	Observateurs.
Besançon....................	MM. Virlet.
Montpellier....................	Auguste Saint-Hilaire. Bérard.
Marseille....................	Valz.

Mon ami Alexandre de Humboldt m'a transmis un tableau des perturbations que l'aiguille des variations diurnes aéprouvées à Gottingue, pendant l'apparition de cette aurore :

A $8^h\ 2^m\ 30^s$, la déclinaison surpassait sa valeur habituelle de 39'. De $9^h\ 36^m$ à $9^h\ 37^m$, on observa un changement de déclinaison de 11′ 31″.

M. Morren, professeur de physique au collége royal d'Angers, a aperçu une aurore boréale le 6 avril 1837. Vers huit heures du soir, l'aurore se composait d'une lueur fauve, perpendiculaire à l'horizon et dirigée vers α de Céphée. A huit heures vingt-six minutes, un nouvel arc plus grand et plus lumineux que le premier se forma un peu plus à l'ouest : il couvrait α et γ de Cassiopée. Ce dernier arc était intermittent : en quelques secondes, il perdait et reprenait son éclat. A neuf heures, tout avait disparu.

A Paris, le ciel était couvert pendant l'observation de M. Morren, mais l'aiguille aimantée des variations diurnes présenta de fortes perturbations.

M. Mandl a vu à Paris, le 18 octobre 1837, de six heures cinq minutes à six heures et demie du soir, une aurore boréale très-rouge. Le ciel était alors entièrement couvert. Cette dernière circonstance aurait pu faire douter que les bandes rouges observées par M. Mandl provinssent d'une aurore boréale, si *le Fédéral* et *le Cour-*

annoncé qu'au même moment, et ciel était sans nuages, une aurore Genève et à Bourg; si, de plus, nfirmation, l'aiguille aimantée de offert dans sa marche des anomalies soirée du 18 octobre dernier.

vue à Stockholm.

cette aurore, M. Capocci a dit que ent souvent à des aurores polaires des on n'a pas fait assez d'attention. gine encore que la lumière rougeâtre e la lune brille quelquefois pendant les le cet astre doit être attribuée à des au- rrestres.

marques photométriques deviendraient, je ficultés insurmontables contre l'hypothèse i. Les météorologistes ne méritent pas, au eproche que le savant astronome de Naples adresser : les effets des aurores boréales sur sont depuis longtemps l'objet de leurs obser- idues.

a nuit du 12 au 13 novembre, une brillante oréale rougeâtre a été vue à Paris par M. de La Angers par M. Morren, à Antony par M. Faure, ôme par M. Yvon, à Jambles près Givry (Saône- e) par M. Nervaux, entre Gênes et Livourne par assinat, à Montpellier par M. le capitaine Bérard. d l'arc se forma, sa partie supérieure, à peine dis- e, parut être à 20 ou 25° de hauteur. M. Bérard a que cette partie culminante était dans le méridien

terrestre et non dans le méridien magnétique. C'est une anomalie sur laquelle on aurait besoin de plus amples renseignements.

Le 23 septembre, une aurore a été observée à Hambourg par M. Robert.

Pour l'année 1838, je n'ai pas reçu de communication d'observations d'aurores boréales; elles paraissent avoir été fréquentes, au contraire, en 1839.

M. Quetelet m'a écrit qu'une aurore boréale a été observée à Bruxelles, le 5 mai 1839, vers les onze heures et demie du soir, par M. Mailly, son adjoint.

La lumière du phénomène se faisait surtout remarquer dans la direction du méridien magnétique; elle occupait environ la huitième partie du ciel dans le sens de l'horizon : les jets lumineux s'élevaient par intervalles à plus de 50° de hauteur.

M. Lalanne, ingénieur des ponts et chaussées, m'a annoncé, dans une lettre datée de Saint-Brice près Écouen, qu'il a vu une aurore boréale le 7 mai, vers neuf heures et demie. M. Lalanne signale, parmi les circonstances qui l'ont le plus frappé, des gerbes éclatantes de couleur rouge, jaune, bleue, et qui s'élevaient jusqu'à 25° ou 30° au-dessus de l'horizon.

D'après une lettre de M. Herrick, de New-Haven (Connecticut), l'aurore boréale a été observée vingt-deux fois dans cette ville, entre le 1er janvier et le 3 septembre 1839. L'aurore du 3 septembre se montra avec une grande magnificence. Le centre de la couronne était à 74° de hauteur angulaire au-dessus de l'horizon sud ; il correspondait donc à peu près au point du ciel où

aison aboutit à New-Haven. L'aiguille boussole horizontale fut troublée, penée du phénomène, au point de marquer déclinaison différente de 3° de la décli-Toutes les perturbations s'opérèrent en pointe nord de l'aiguille était constam-a position habituelle.

Herrick, l'aurore du 3 septembre a été Nouvelle-Orléans.

nes de l'Observatoire et M. Fravient ont à Paris vers dix heures du soir. M. Quequ'il l'a aperçue à Asti (Piémont) vers une n. A Alexandrie on a commencé à l'obseres du soir, et elle dura toute la nuit.

quable aurore m'a été signalée pour le par M. Darlu de Meaux, M. Chaperon de M. Coquand, directeur du musée d'histoire ix (Bouches-du-Rhône), M. Valz, directeur toire de Marseille, M. Mamiani della Roaro, M. Mateucci de Rome, enfin M. de La dernier se croit autorisé à tirer, des diffépect, de hauteur et d'orientation que présentent tions venues de divers lieux, la conséquence énomène s'est porté dans notre atmosphère à petite hauteur.

ière de l'aurore a été partout rouge, très-vive, e généralement par groupes sans connexions aps. Au moment où, à Marseille, elle prit la forme rrégulier, le point culminant de cet arc était dans idien magnétique. A Paris, mon savant confrère

Savary reconnut que les plans dans lesquels étaient contenus les jets d'un blanc verdâtre qui, de temps à autre, venaient traverser les zones rouges, passaient tous par le point du ciel qu'aurait percé l'aiguille magnétique d'inclinaison. L'aiguille horizontale des variations diurnes de l'Observatoire fut dans un mouvement d'oscillation continuel et très-irrégulier, pendant toute la durée du phénomène.

Voici un passage de la lettre de M. Valz :

« Vers le pôle se trouvait un léger nuage blanc, éclairé de la pleine lune. La teinte rouge l'ayant atteint, le fit participer à sa propre couleur, de façon à donner lieu à penser que le foyer colorant se trouvait entre le nuage et l'observateur, par conséquent peu éloigné de ce dernier. On pourrait bien objecter que les rayons colorés, en traversant le nuage, lui communiquaient leur teinte ; mais j'ai remarqué que le nuage interceptait la vue des étoiles, ce que ne faisait pas l'aurore boréale, et qu'ainsi l'explication précédente ne saurait être admise. »

Si nous avons rapporté ces quelques lignes de la lettre de M. Valz, c'est parce qu'elles signalent aux astronomes un genre particulier d'observations sur lequel ils n'ont peut-être pas dirigé leur attention avec assez de soin. La question si importante de la distance des foyers lumineux de l'aurore, ne saurait d'ailleurs être résolue par une observation isolée et reposant sur l'hypothèse que la surface inférieure du nuage était horizontale.

M. Necker de Saussure a observé les aurores boréales en Écosse, à la fin de 1839 et au commencement de 1840 ; il m'a adressé à ce sujet une communication intéressante, d'où j'extrais les détails suivants :

« Les aurores boréales sont incomparablement plus grandes, plus belles et plus compliquées à Sky que près d'Edinburgh. Là elles atteignent rarement le zénith ; à Sky, au contraire, elles le dépassent presque constamment, et occupent la plus grande partie du ciel.

« Celle du 3 septembre 1839 fut exclusivement confinée à la région méridionale du ciel : c'est la seule de ce genre que j'aie vue.

« Il est fréquemment arrivé, tant à Edinburgh qu'à Sky, qu'il y a eu de belles et grandes aurores boréales deux soirs consécutifs.

« Trois fois j'ai vu les aurores boréales commencer avant la nuit, et leurs fuseaux de lumière vive et blanche se projeter sur la couleur jaune et orangée qui régnait encore au couchant. C'est, à Sky, les 4 septembre et 28 octobre 1839, et le 4 janvier 1840.

« Je n'ai jamais pu parvenir à entendre aucun bruit particulier, même pendant les aurores boréales les plus grandes et les plus vives, à Sky, où régnait le plus grand calme et le plus profond silence. Cependant j'ai recueilli, dans les îles Shetland, de nombreux témoignages à cet égard, d'autant plus remarquables qu'ils étaient entièrement spontanés et nullement influencés par aucune question préalable de ma part.

« Des personnes de diverses conditions et états, et habitant des districts très-éloignés dans ces îles, ont été unanimes à dire que, lorsque l'aurore boréale est forte, elle est accompagnée d'un bruit qu'ils ont tous également et unanimement comparé à celui d'un van lorsqu'on vanne le blé.

« Une des personnes chargées par le *Northern Light-Houses Company* d'Edinburgh, au phare de Sumburgh-Head (à l'extrémité méridionale de Shetland), des observations météorologiques, et qui a, par conséquent, l'habitude d'observer correctement, m'a dit d'elle-même et sans y être provoquée, que ce bruit s'entendait toujours distinctement, et a même ajouté qu'elle l'avait entendu de l'intérieur d'une des chambres du phare dont les volets étaient fermés, et avait annoncé, d'après cela, qu'il devait y avoir une aurore boréale, ce qui s'était confirmé.

« Plusieurs fois les aurores boréales ont été accompagnées de gelée blanche, et le plus grand nombre d'entre elles ont été suivies par de grandes chutes de neige ou de pluie et par des coups de vent violents et des tempêtes. Ainsi, sous ce dernier rapport, mes observations tendent plutôt à confirmer l'opinion généralement admise en Écosse, que les aurores boréales sont des avant-coureurs de mauvais temps ou de vents très-forts.

« J'avais entendu dire à M. G.-D. Forbes que les étoiles fixes, même les plus grandes, ne scintillent jamais près d'Edinburgh, si ce n'est lorsqu'il y avait une aurore boréale. Mes propres observations ont, en général, confirmé cette remarque. Il est vrai que les étoiles fixes ne scintillent pas dans ces parages, ou du moins ce n'a été que rarement que j'ai vu, à celles de première grandeur, une légère scintillation.

« A Sky, au contraire, toutes les étoiles fixes brillent et scintillent aussi vivement que dans les plus belles soirées de la France ou de la Suisse. Il en est de même dans le reste des Hébrides, dans les Orcades, les Shetland,

sur toute la côte occidentale du nord de l'Écosse et dans toute la haute région des Highlands. Or, il est à remarquer que, dans toutes ces contrées, il n'y a pas de grandes villes, à peine des bourgs ou de grands villages, point de fabriques ou manufactures d'une grande étendue qui brûlent de la houille; la population très-clair-semée de ces régions solitaires n'emploie aucun combustible que de la tourbe ou du bois dont la fumée très-légère se dissipe tout de suite et n'obscurcit pas l'atmosphère. Aussi, là, le ciel est-il aussi pur que dans toute l'Europe continentale. Mais, au contraire, dans toute la basse Écosse et sur la côte orientale et nord-est de ce pays, où les villes, les grands villages, les manufactures abondent et où partout la houille est le combustible habituel, non-seulement les villes et leurs environs immédiats ont leur atmosphère obscurcie par une épaisse fumée que le vent chasse d'un côté ou de l'autre, mais jusque dans les campagnes les plus éloignées des villes on peut apercevoir que l'air est encore très-brumeux dans toute saison, à cause de cette fumée de houille. Il en est ainsi dans toute l'Angleterre, et même, ayant assez souvent navigué sur la partie de la mer d'Allemagne qui baigne les côtes orientales des îles Britanniques, j'ai toujours été frappé du peu de clarté de l'air, de son aspect brumeux dans ces parages. Rien ne m'a plus clairement démontré que ce fait tenait à la fumée de la houille que de voir, depuis l'île d'Arran et surtout depuis les cimes de ses montagnes, pendant les plus beaux mois du printemps et du commencement de l'été 1839, pendant que Arran lui-même jouissait de l'air et du ciel le plus pur; de voir, dis-je, les côtes opposées

des comtés d'Ayr et de Renfrew, constamment surmontées par une bande de brumes épaisses semblable à un long nuage gris s'élevant de 1° à 1° 1/2 sur l'horizon. »

D'après M. Cagigal, une aurore boréale a été observée à Caracas le 23 mai 1840. M. Cagigal fait remarquer que, quoiqu'on ait quelques rares exemples de l'observation de ce phénomène à Cuba et à Saint-Domingue, il ne croit pas qu'on en connaisse par une latitude aussi basse que celle de Caracas.

M. Wartmann m'a écrit de Genève que l'aurore boréale périodique du 18 octobre s'est encore montrée le 18 octobre 1841 d'une manière évidente.

A Paris, MM. Laugier et Goujon aperçurent une aurore boréale bien caractérisée, le 12 novembre 1841, vers onze heures et demie.

Une aurore boréale s'est montrée en France et en Belgique, dans la nuit du 6 au 7 mai 1843. Quoiqu'elle n'ait rien présenté d'inusité, nous allons extraire des relations parvenues à l'Académie les détails qui, comparés aux relations des pays éloignés, conduiront peut-être à des conclusions utiles. Voici ce que m'écrit M. Quetelet :

« Pendant toute la journée du 6, le magnétomètre avait une marche très-régulière, et rien ne pouvait faire soupçonner le phénomène qui devait signaler la soirée. Après dix heures, M. Beaulieu, l'aide de garde, vint m'annoncer, avant de se retirer, que le barreau magnétique déviait très-sensiblement ; il était, en effet, dans une agitation extraordinaire. Je voulus m'assurer aussitôt si ce dérangement ne coïncidait pas avec quelque phénomène météorologique, et je remarquai que l'horizon, vers le

:ait vivement éclairé; mais la lumière de la lune permettait pas de me prononcer encore sur l'exis-'une aurore boréale.

ıdant que je continuais mes observations au magné-ɔ, dont la marche irrégulière se soutenait, on vint ·e que quelque chose d'extraordinaire se montrait e ciel et vers le sud (onze heures douze minutes, . Au milieu d'un ciel parfaitement serein, on voyait ɔpèce de nuage blanchâtre, de forme elliptique, ıe méridien, et à la hauteur de 60 degrés environ. ıage variait à chaque instant d'éclat et de grandeur; ariations brusques avaient quelque chose de fati-pour l'œil, et passaient alternativement de la faible de la voie lactée à l'éclat d'un nuage blanc qui ıit, à peu près, la lumière des étoiles les plus bril-s placées dans sa direction, mais dont les formes ient pas arrêtées. Je crus voir dans ce phénomène èce de nuage lumineux qui accompagne générale-t les aurores boréales très-intenses; et, effectivement, rd était alors très-vivement éclairé, et des jets lumi-: se projetaient à une hauteur assez grande dans le dien magnétique.

Comme j'étais seul pour observer la marche du phé-ène, tout en suivant les indications des instruments ıétiques qui continuaient à dévier de plus en plus, il été impossible d'en saisir toutes les circonstances.

onze heures vingt-quatre minutes, la lueur qui it montrée au sud et dans le méridien avait entière-disparu; et, vers le nord, le ciel ne tarda pas à er également dans son état ordinaire. »

Cette aurore a été vue à Paris de dix heures quarante-cinq minutes à onze heures quinze minutes; sa lumière était assez intense pour le disputer à l'éclat de la lune, qui n'était pas encore descendue sous l'horizon. On aperçut deux arcs blanchâtres à travers lesquels les étoiles étaient visibles. A Reims, on vit des rayons de diverses couleurs. Aux environs de Dieppe, M. Nell de Bréauté, correspondant de l'Académie, a vu au nord, sur les bandes verticales, une très-légère teinte de couleur orangée.

Le 8 décembre, M. Colla, à Parme, a vu une belle aurore de couleur rougeâtre, dont l'élévation, dans la partie la plus convexe, pouvait être de 6 à 7 degrés. De là s'éleva une colonne lumineuse, de couleur jaunâtre, à peu près dans la direction du méridien. Des taches blanches et globuleuses furent, en outre, aperçues vers le midi. Le phénomène a été accompagné d'une forte perturbation magnétique de plus de 18′.

Le 29 décembre, à huit heures du soir, une aurore boréale de peu de durée a été aperçue par M. Coulvier-Gravier.

Nous arrivons maintenant à 1847.

Une brillante aurore boréale s'est montrée dans la nuit du 24 au 25 octobre. Elle a été observée dans le nord de l'Allemagne, à Paris, dans le département de l'Indre, à Bourges; à Parme, en Italie; à Cadix, en Espagne; à Mount-Eagle, en Irlande. Ses aspects ont été très-changeants.

A Leipzig, on a vu les rayons très-prolongés former, par leur entre-croisement, ce qu'on est convenu de nommer la *coupole*.

A Paris, M. Faye a remarqué un rideau blanchâtre, semblable aux tableaux de l'expédition du Nord, et un peu au-dessus du rideau, un large nuage grisâtre qui s'éleva peu à peu, en changeant continuellement de forme.

M. Faye, les observateurs de Leipzig, etc., rapportent qu'il s'élevait de l'horizon des jets lumineux d'*une couleur vert pomme très-caractérisée;* mais comme ces rayons étaient renfermés entre deux bordures d'un rose très-vif, on peut supposer que le vert était un effet de contraste.

M. Faye vit avec étonnement tomber une pluie rare, le zénith étant seulement voilé.

M. Goujon s'assura à l'Observatoire que l'aurore avait fortement dévié l'aiguille horizontale des variations diurnes. M. Colla a observé le même effet à Parme.

M. Démidoff, à Cadix, a remarqué que les nuages lumineux restèrent toujours séparés de l'horizon par une zone d'une sérénité complète, et dans laquelle on ne vit jamais aucune lueur, pas plus que dans les autres points du firmament; il y a lieu de noter aussi la permanence et l'immobilité de ces mêmes nuages lorsqu'ils eurent cessé de luire.

M. Cooper, à Mount-Eagle (Irlande) a vu quelques beaux rayons roses; ils étaient plus pâles en remontant vers le nord, et sans couleur aucune à l'est et à l'ouest du nord. Le phénomène avait une grande étendue, et le point de convergence des rayons n'était point, en cette occasion, dans le méridien magnétique.

M. Coulvier-Gravier a aperçu une aurore boréale, le 1er novembre, entre neuf et onze heures.

Le 17 décembre, à sept heures trente-cinq minutes du soir, la lune répandant une vive clarté, M. Rigault et plusieurs autres personnes ont vu, à la Ferté-sous-Jouarre, une aurore boréale. Elle consistait en quatre bandes d'un rouge vif entre la grande Ourse et le Cygne, passant par la polaire.

Notre savant confrère, M. de Gasparin, rapporte en ces termes l'observation qu'il a faite de cette même aurore : « Je passais, dit-il, à Saint-Symphorien-en-Laye (Loire) : un vaste nuage, d'une couleur cramoisi intense, couvrait le ciel au zénith, et aurait pu faire croire à un incendie, si, dominant le pays des hauteurs de la montagne de Tarare, d'où je descendais, je n'avais constaté qu'il n'y en avait aucun. Ce nuage avait absolument l'apparence de ceux qui se trouvent au levant, un peu avant le lever du soleil.

Comme on signale l'apparition d'une aurore boréale à Blangy (Seine-Inférieure), le même jour et à la même heure, il y a apparence que la coloration de ce nuage était due à la réflexion de la lumière de ce météore. »

Cette aurore a encore été observée : à Cirey, par M. Chevandier; à Bourges, par M. Levasseur; à Toulouse, par M. Petit; à Florence, par M. Démidoff.

Une lettre de M. Littrow a appris que, le 18 octobre 1848, on a vu à Kremsmünster une aurole boréale pendant laquelle la déclinaison de l'aiguille a considérablement diminué.

Une belle aurore boréale a été vue le 17 novembre à Cirey, au Havre, à Grenoble, à Montpellier, à Bordeaux, à Parme, à Venise, à Florence, à Pise, à Madrid.

cularités suivantes ont été remarquées à Mont-

neuf heures du soir que le phénomène attei-
s belle phase. Au nord, à l'horizon, une bande
occupait encore 50 degrés, déclinant un peu
:hant, et ressemblant à la première aube du ma-
ssous, quelques nuages, tranchaient, par leur
ıvec la clarté du ciel. Au-dessus des nuages,
re rouge, fort vive par moments, s'élevait à
environ, sur une étendue de 90 degrés. L'éclat
de lumineuse a augmenté jusqu'à neuf heures
elle effaçait alors la Grande-Ourse; entre la
ı Lyre et le Cocher, aucune étoile n'était vi-
nuage rouge, au milieu duquel brillait l'étoile
latante de blancheur, paraissait se déplacer et
changements d'intensité.

ce qu'il y a de plus remarquable dans le phé-
ce sont les rayons ou jets de lumière qui s'éle-
certains moments, dans une direction à peu près
, s'évanouissant quelques minutes après, pour
·e sur d'autres points, et qui conservaient pen-
r apparition une parfaite immobilité. Ces rayons,
ment parallèles au méridien magnétique, attei-
jusqu'au zénith. Les uns étaient d'un rouge vif
:astaient avec la teinte blanche des autres.

dix heures, les jets de lumière se succédaient tou-
à de courts intervalles; mais, au lieu de s'élever
lement, ils paraissaient diverger d'un point placé
sous de l'horizon. La clarté blanche avait diminué
nsité; les nuages rouges s'étaient étendus vers le

machines de la station de Florence. les faire aller soit en augmentant la it en agissant sur les machines et sur tout fut inutile. De temps en temps, ar saccades, puis elle s'arrêtait brusestant attachée aux électro-aimants. aient exactement semblables à ceux ntes les fois qu'il y a un orage.

cinquante-cinq minutes, je sortis du ver le ciel, qui était toujours clair, et ne lumière rougeâtre qu'on voyait du -dessus des nuages. Je demandai tout ntinelle depuis combien de temps cette paru, et j'appris qu'on avait commencé is quinze minutes. Je courus vite chez ux observer le phénomène sur la terrasse est élevée de 40 mètres à peu près. La s augmenté d'intensité et d'étendue jusrente minutes; à cette heure, elle était ige sang très-intense. On ne voyait pas arc qui, suivant le plus grand nombre , se rencontre dans l'aurore boréale. Au ient de grands nuages d'un rouge plus ntôt séparés, tantôt réunis, qui se répanvers l'est, et qui s'élevaient quelquefois J'ai vu deux fois un long jet de lumière jaune citrine s'élever à travers le nuage a sortie de ce nuage, ayant son sommet on du méridien magnétique. Ce jet de nt les deux ou trois minutes de sa durée,

... ...ares cinquante minu...

...

... ...uvert d'un léger

... ...'essai ...rom

...momètre marquant — 1°

... ...e Saussure marquant 39°;

... ...rement.

... ...commencer ...

... ...omètre ...

... ...heures ...minutes, ...

... ...positive. ...

... ...négative. ...

...

...

...

...

...

...

...porté ...

au aimanté, dit-il, me l'avait prédite quel-avant par ses variations extraordinaires; la a quelquefois diminué de près d'un degré; la diminution a été encore plus forte. Pen-mum de l'aurore, l'aiguille était en mouve-uel. Le lendemain, la perturbation magné-renouvelée. »

on, ingénieur télégraphique du *London and tern Railway*, a signalé, à propos de cette e action très-vive exercée sur le télégraphe

égraphe, dit-il, passant à travers le Watford n tunnel de 1,600 mètres de long), et dont les ongent en dehors jusqu'à 400 mètres d'un côté, 800 mètres de l'autre, a été hors de service rois heures. L'aimant a constamment été rejeté côté. Une telle action de l'aurore boréale est . Elle s'est quelquefois manifestée pendant le jour, aurore n'était pas visible, et dans un cas, j'ai e son action à partir de Northampton, à travers ne, Peterborough, sur la route du télégraphe de squ'à Londres. »

CHAPITRE XVII.

CONCLUSION.

s'écoule quelquefois une longue suite d'années sans n aperçoive des aurores boréales soit dans les régions pérées, soit, toute proportion gardée, dans les pays plus voisins du pôle. La vraie cause de ces vicissi-

tudes est entièrement ignorée; mais n'est-ce pas une raison de plus pour noter avec soin toutes les circonstances relatives aux apparitions d'un aussi singulier phénomène? Les journaux scientifiques, dans lesquels, pour chaque pays, on annonce l'apparition des aurores boréales, n'étant pas à la portée du plus grand nombre des physiciens, j'ai cru faire une chose utile à la science en publiant des tableaux que d'abord je dressais seulement pour mon usage particulier.

Le travail auquel je me suis livré dans cette Notice ne pourra plus laisser de doute, je pense, sur la connexion intime des aurores boréales et du magnétisme, et ce magnifique phénomène lumineux est ainsi rattaché à l'électricité. On vient de voir que l'action que j'avais annoncée, dès 1819, être exercée par les aurores visibles ou invisibles sur l'aiguille aimantée, se fait sentir sur les télégraphes électriques. Ma découverte ne saurait donc plus être contestée aujourd'hui. Je dois ajouter cependant que, dès 1827, j'avais constaté par la comparaison des mouvements des aiguilles aimantées de Kasan, Saint-Pétersbourg, Berlin, Freiberg et Paris, qu'il y a simultanéité d'action d'une aurore boréale sur tout le magnétisme terrestre. Selon la belle expression de mon ami Alexandre de Humboldt, les orages magnétiques se font connaître par les perturbations de l'aiguille aimantée, lors même qu'on n'en voit aucune trace sur la voûte du ciel.

FIN DU TOME PREMIER DES NOTICES SCIENTIFIQUES.

TABLE

DU TOME QUATRIÈME.

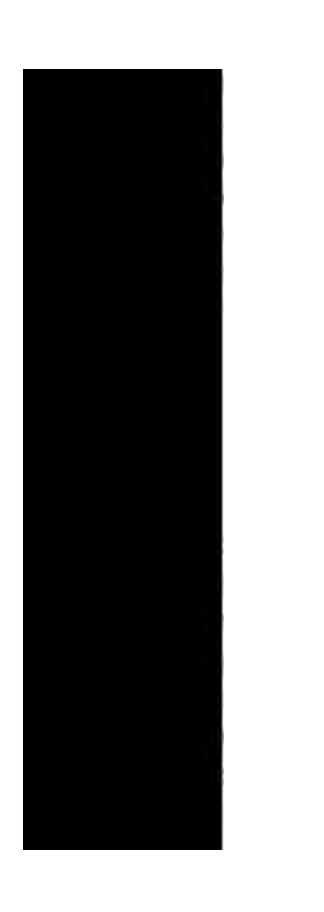
TOME PREMIER DES NOTICES SCIENTIFIQUES.

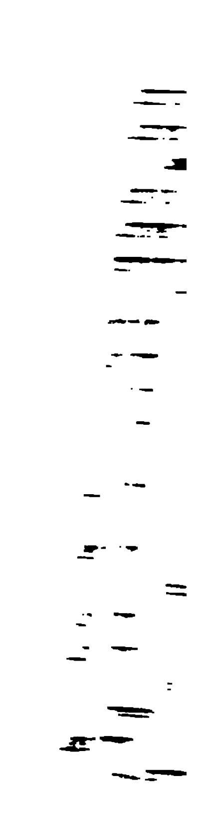
LE TONNERRE

ÉLECTRO-MAGNÉTISME

ÉLECTRICITÉ ANIMALE

MAGNÉTISME TERRESTRE





FIN DE LA TABLE DU TOME QUATRIÈME.

PREMIER DES NOTICES SCIENTIFIQUES.



AURORES BORÉALES

